

| | | | | | |
|-------------------|------------------|---|-------------------------------|---|--|
| <p>AI.</p> | <p>05</p> | <p>PIANO ATTUATIVO AI SENSI DELL'ART.107 DELLA L.R. 65/2014</p> <p><i>Relazione geologica e idraulica</i></p> <p>Località La Molletta, Punta Ala - Castiglione della Pescaia</p> | <p>DATA</p> <p>07/01/2015</p> | <p>Committenti: Rondinaia s.r.l. 02407860390</p> <p>Mor Christine MROCRS58B44Z103K</p> <p>Gardens s.r.l. 00914430491</p> | <p>Progetto: INGEGNERIA SPM S.R.L. P.IVA 06569010967</p> <p>GEOL. SANDRO RICCI RCCSDR56D08E202M</p> <p>ING. ENZO ROSADINI RSDNZE57C01E202I</p> |
|-------------------|------------------|---|-------------------------------|---|--|



STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA

Geologo Sandro Ricci

via Saragat n. 8 - 58023 Bagno di Gavorrano

tel. 0566-845854 cell. 339 1979978

e-mail: geosandro@virgilio.it

Part IVA 00885380535 Cod. Fisc. RCC SDR 96D08 E202M

**Comune di Castiglione della Pescaia
(Provincia di Grosseto)**

Indagine geologico tecnica di supporto al Piano Attuativo ai sensi dell'Art.107 della L.R. 65/2014

Proponenti: Rondinaia s.r.l. -Christine Mor- Gardens s.r.l.

Progetto: Arch. Michele Viti

Punta Ala, 20/12/2014

**il geologo
Dott. Sandro Ricci**



INDICE

| | |
|---|--------|
| 1. Premessa | Pag.3 |
| 2. Metodologia d'indagine | Pag.4 |
| 3. Inquadramento ambientale | Pag.4 |
| 4. Ricostruzione stratigrafica del sottosuolo | Pag.6 |
| 5. Modello geotecnico | Pag.7 |
| 6. Pericolosità geologica | Pag.7 |
| 7. Pericolosità idraulica | Pag.8 |
| 8. Fattibilità | Pag.9 |
| 9. Considerazioni conclusive | Pag.10 |

Tavole allegate

- Tav. 1 – Ubicazione delle aree di piano e delle prove geognostiche
- Tav. 2 – Carta della pericolosità geologica del R.U.
- Tav. 3 – Carta della pericolosità idraulica del R.U.
- Tav. 4 – Carta della pericolosità geologica di progetto
- Tav. 5 – Carta della pericolosità idraulica di progetto
- Tav. 6 – Carta della fattibilità

Allegati prove geognostiche

Indagine sismica area 1 - MASW

Indagine sismica area 2 – MASW

Certificati prove penetrometriche area 1 – DPSH 1 e DPSH 2

Certificati prova penetrometrica area 2 – DPSH 1

1. PREMESSA

Il presente lavoro riferisce quanto emerso da una indagine geologico tecnica effettuata a supporto del Piano Attuativo ubicato nella zona della Molletta a Punta Ala nel Comune di Castiglione della Pescaia.

Il piano è composto da due aree poste su via della Molletta: una al margine ovest del comparto (area 1 riorganizzazione di un'area residenziale tra via della Molletta e via del Tennis) e l'altra a sud est (area 2 per l'attività floro-vivaistica, attualmente posta in area 1, tra via del Porto e via della Molletta).

Questa indagine è stata eseguita nel rispetto della normativa vigente, riferita prevalentemente alla L.R. 1/2005 ed ai successivi regolamenti attuativi, in particolare ai disposti del DPGR 53/R del 25/10/2011.

2. METODOLOGIA DI INDAGINE

Il quadro conoscitivo del presente studio è costituito dalle indagini condotte a supporto dello strumento urbanistico vigente, Piano Strutturale e Regolamento Urbanistico, che definiscono attualmente i livelli di rischio e le condizioni alla trasformazione.

I rilievi geologici eseguiti hanno confermato sostanzialmente quanto emerso dalle indagini di supporto al Piano Strutturale e al regolamento Urbanistico, redatte secondo gli indirizzi del DPRG 53/R. Tuttavia, come vedremo, gli approfondimenti di indagine di carattere idraulico porteranno ad alcune nella distribuzione della pericolosità idraulica.

Nello studio del piano attuativo sono stati effettuati i seguenti approfondimenti di indagine:

- Verifica del quadro conoscitivo delle aree;
- Attribuzione della Pericolosità Geologica alla luce dell'approfondimento di indagine geologico e geotecnico per la ricostruzione litotecnica del sottosuolo, la parametrizzazione geotecnica dei livelli attraversati, la definizione della categoria di suolo ai sensi delle NTC 2008;
- Attribuzione della Pericolosità Idraulica a seguito dell'approfondimento di indagine sul rischio idraulico (lavoro svolto dall'Ing. Enzo Rosadini, che fa parte integrante e viene allegato al piano).

3. INQUADRAMENTO AMBIENTALE

L'elemento morfologico che caratterizza le aree di Piano Attuativo è senza dubbio la modesta pendenza, siamo infatti in zona di pianura costiera a circa 7 metri di quota sopra il livello del mare nell'area ovest e 18 metri per la parte di sud est.

L'area è quasi completamente urbanizzata, pur rimanendo molto "naturale" vista la tipologia costruttiva e gli ampi spazi verdi, garantendo così una elevata infiltrazione delle acque nel sottosuolo.

Nonostante la cura nella realizzazione degli ambienti abitativi e degli spazi fruibili circostanti, spesso si è trascurato l'elemento di rischio proveniente dal reticolo idrico principale e secondario, con il ridimensionamento dell'alveo dei fossi provenienti dalla collina e con il tombamento degli stessi nell'attraversamento dell'area urbanizzata, relegandoli al ruolo di sistema fognario. Tale contesto idraulico ha determinato opportunamente l'imposizione di limitazioni alla trasformazione del territorio e come vedremo più avanti non ne viene esclusa anche la nostra area.

Dal punto di vista geologico le varie formazioni affioranti nell'area di interesse e di un congruo intorno sono descritte di seguito:

p – Depositi di colmata

Si tratta di sedimenti prevalentemente fini, limi di colmata della depressione retrodunale costiera, originariamente palustre.

e – Depositi eluviali e colluviali

Sono costituiti essenzialmente da materiale sabbioso, sciolto, di chiara provenienza di alterazione della formazione del Macigno.

a – Depositi alluvionali recenti

Terreni di origine alluvionale costituiti prevalentemente da sabbie e limi, non cementate, prodotte dai corsi d'acqua presenti.

sd – Sabbie rosso arancio di Donoratico

Depositi di origine continentale in ambiente ossidante, sono costituiti prevalentemente da sabbie fini, ma non di rado si trovano ciottoli eterometrici. Presentano un modesto grado di cementazione.

Mac – Macigno

Si tratta di una formazione costituita da arenarie a cemento argilloso-marnoso, associate ad argille siltose con rari interstrati calcarenitici; strutturalmente si rinvencono più o meno regolarmente piegati, con frequenti fratture e faglie. La zona è compresa in un terreno interessato da una intensa alterazione superficiale dovuta prevalentemente all'azione del gelo-disgelo più che a fenomeni strutturali e tettonici, questo comunque non incide in alcun modo sulla reattività geotecnica della formazione. Per questo motivo la formazione è caratterizzata da una permeabilità variabile da luogo a luogo a seconda del grado di alterazione presente (la permeabilità primaria è in genere medio-bassa).

Questa ultima formazione rappresenta il sub-strato roccioso di tutte le altre formazioni della zona.

4. RICOSTRUZIONE STRATIGRAFIA DEL SOTTOSUOLO

Le indagini geognostiche eseguite in situ, prove penetrometriche e MASW, hanno permesso di ricostruire la stratigrafia del sottosuolo.

Le prove penetrometriche eseguite con penetrometro Pagani semovibile (DPSH TG 63-200) sono state ubicate una nell'area 2 in corrispondenza della realizzazione del manufatto previsto, e due nell'area 1, sempre dove sono previste le costruzioni.

Stratigrafia sottostante il fabbricato a servizio dell'attività florovivaistica.

Nell'area 2 la prova si è arrestata alla profondità di -3,80 metri dal P.di C., per rifiuto strumentale, permettendo comunque di individuare:

terreno vegetale sabbioso di 1,0-1,2 metri caratterizzato da composizione sabbioso limosa, poco consistente.

Sabbie fini da -1 a -3,4 metri, moderatamente addensate, con caratteristiche geotecniche stimabili: peso di volume in 1,82 t/mc, angolo di attrito 31° e modulo edometrico medio di 45 Kg/cmq.

Ciottoli e sabbie da -3,40 a -3,80 metri, incoerenti, con caratteristiche stimabili: peso di volume in 2,2 t/mc, angolo di attrito 42° e modulo edometrico medio di 130 Kg/cmq.

Stratigrafia sottostante i due fabbricati residenziali.

Nell'area 1 sia la prova n°1 che la n°2 si sono concluse alla profondità di -8,20 metri dal P.di C., con comportamento non dissimile tra loro pur essendo distanti circa 90 metri; esse hanno permesso di individuare:

terreno sabbioso di 2,40-2,60 metri caratterizzato da composizione sabbioso limosa, poco/moderatamente addensatoe, con caratteristiche geotecniche stimabili: peso di volume in 1,85 t/mc, angolo di attrito 29° e modulo edometrico medio di 45 Kg/cmq.

Sabbie medie da -2,40 a -4,8 metri, moderatamente addensate, con caratteristiche geotecniche stimabili: peso di volume in 1,9 t/mc, angolo di attrito 32° e modulo edometrico medio di 60 Kg/cmq.

Sabbie medie da -4,80 a -8,20 metri, poco/moderatamente addensate, con caratteristiche stimabili: peso di volume in 1,85 t/mc, angolo di attrito 31° e modulo edometrico medio di 50 Kg/cmq.

L'indagine MASW ha permesso di attribuire la categoria di suolo C.

5. MODELLO GEOTECNICO

Il sottosuolo indagato fino a 8,2 metri nell'area 1 si presenta abbastanza omogeneo e caratterizzato da sedimenti incoerenti, da poco ad moderatamente addensati. I terreni più superficiali su cui potenzialmente saranno pose in opera le fondazioni dei manufatti sono caratterizzati da valori di angolo di attrito di 29°. Il livello di falda non è stato riscontrato alla profondità raggiunta di -8,20 metri.

Le caratteristiche geotecniche consentono la realizzazione di fondazioni superficiali per i fabbricati previsti.

Nell'area 2, nonostante con la prova si sia raggiunto solo -3,8 metri di profondità, la situazione è simile nel livello interessato alla fondazione del manufatto, con valori di angolo d'attrito mediamente di 30°, per di più seguito in profondità da un orizzonte di alta resistenza (probabile tetto delle arenarie alterate).

Le caratteristiche geotecniche consentono la realizzazione di fondazioni superficiali per il fabbricato previsto.

6. PERICOLOSITA' GEOLOGICA

Sulla base di quanto precedentemente illustrato, sulla base del supplemento di indagine effettuato, dal DPRG 53/R 2011 in merito alla valutazione della pericolosità geologica nelle indagini di supporto ai piani attuativi si può assegnare una:

Pericolosità geologica media G.2: aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciture dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%.

Area 1 – area compresa tra via del Tennis e via della Molletta: **G.2** (Tav.4)

Area 2 – area compresa tra via della Molletta e viale del Porto: **G.2** (Tav.4)

Per la pericolosità geologica non sono avvenuti mutamenti rispetto al quadro conoscitivo.

7. PERICOLOSITA' IDRAULICA

Sulla base di quanto precedentemente illustrato, sulla base del supplemento di indagine effettuato sull'area 1 (Studio idraulico Ing. Enzo Rosadini), dal DPRG 53/R 2011 in merito alla valutazione della pericolosità idraulica nelle indagini di supporto ai piani attuativi si può assegnare una:

Pericolosità idraulica media I.2: aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $200 < Tr < 500$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano le seguenti condizioni:

- a) Non vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) Sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a 2 metri sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica elevata I.3: aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $30 < Tr < 200$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano almeno una delle seguenti condizioni:

- a) Vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) Sono in situazione morfologicamente in condizione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 metri sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Pericolosità idraulica molto elevata I.4: aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra $Tr < 30$ anni. Fuori dalle UTOE potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici e idraulici, rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano contestualmente le seguenti condizioni:

- a) Vi sono notizie storiche di inondazioni;
- b) Sono in situazione morfologicamente in condizione sfavorevole, di norma a quote altimetriche inferiori rispetto alla quota posta a 2 metri sopra il piede esterno dell'argine o, in mancanza, sopra il ciglio di sponda.

Area 1 – area compresa tra via del Tennis e via della Molletta: **I.2, I.3, I.4**, come dettagliatamente rappresentato nella carta di Pericolosità Idraulica (Tav.5)

Area 2 – area compresa tra via della Molletta e viale del Porto: **I.2, I.3, I.4**, come

dettagliatamente rappresentato nella carta di Pericolosità Idraulica (Tav.5)
Per la pericolosità idraulica sono avvenuti mutamenti rispetto al quadro conoscitivo.

8. FATTIBILITA'

In considerazione di quanto previsto dal Piano Attuativo si assegnano le seguenti fattibilità rappresentate graficamente anche in Tav.6. Tali assegnazioni come di consueto si ottengono dalla sovrapposizione delle opere previste dal piano rispetto alle pericolosità riscontrate:

Area 1

Fabbricati residenziali:

Fattibilità geologica F.2, Fattibilità idraulica F.2

Fattibilità con normali vincoli: si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Parcheggi, viabilità e zone a verde:

Fattibilità geologica F.1, Fattibilità idraulica F.1

Fattibilità senza particolari limitazione: si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Area 2

Fabbricato:

Fattibilità geologica F.2, Fattibilità idraulica F.2

Fattibilità con normali vincoli: si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

Parcheggi, viabilità e zone a verde:

Fattibilità geologica F.1, Fattibilità idraulica F.1

Fattibilità senza particolari limitazione: si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali non sono necessarie prescrizioni specifiche ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La realizzazione del piano attuativo si colloca in una zona affetta prevalentemente da problematiche di tipo idraulico, così come era emerso dagli studi del Prof. Pagliara in allegato al Regolamento Urbanistico. Lo studio effettuato a livello di piano attuativo dall'ing. Enzo Rosadini ha individuato puntualmente le aree soggette a inondazione per eventi con tempi di ritorno trentennali e duecentennali di 30 anni e 200, configurando una diversa distribuzione delle aree.

Sulla base di questa nuova distribuzione la pericolosità idraulica subisce una modifica rispetto al Quadro Conoscitivo, così come vengono posizionati in zone più sicure le opere di previsione.

Dal punto di vista geologico e geomorfologico non sono emerse problematiche significative. L'esecuzione delle indagini ha fornito dati utili alla ricostruzione stratigrafica del sottosuolo ed alla caratterizzazione dei livelli attraversati, nonché a determinare la categoria di suolo.

Si prevedono per i progetti esecutivi:

- per le problematiche geologiche/idrogeologiche che i singoli dovranno essere accompagnati da una relazione geologica esecutiva come normato dall'art. 7 del DPRG n°36/R.
- per le problematiche idrauliche che siano verificati i surplus idraulici derivanti dall'impermeabilizzazione dei suoli, tenuto conto del contributo degli interventi nel loro complesso.

Punta Ala, 20/12/2014

Il geologo



Tav.2

STRALCIO DI CARTA DELLA PERICOLOSITA'
GEOLOGICA DEL REGOLAMENTO URBANISTICO
CON UBICAZIONE DELLE AREE DI INTERVENTO

LEGENDA



Pericolosità geomorfologica bassa (ai sensi del D.P.G.R. n.53/R del 25/10/2011)



Pericolosità geomorfologica media (ai sensi del D.P.G.R. n.53/R del 25/10/2011)



Pericolosità geomorfologica elevata (ai sensi del D.P.G.R. n.53/R del 25/10/2011)



Pericolosità geomorfologica molto elevata (ai sensi del D.P.G.R. n.53/R del 25/10/2011)



Perimetro aree urbanizzate

INTERVENTO 33
EX FLOREOVAISTICA

INTERVENTO 36
VIA DELLA MOLLETTA



Tav. 3
STRALCIO DI CARTA DELLA PERICOLOSITA'
IDRAULICA DEL REGOLAMENTO URBANISTICO
CON UBICAZIONE DELLE AREE DI INTERVENTO

LEGENDA

Reticolo acque superficiali del P.A.I.

Pericolosità idraulica bassa (ai sensi del D.P.G.R. 25 Ottobre 2011, n°53/R)

Pericolosità idraulica media (ai sensi del D.P.G.R. 25 Ottobre 2011, n°53/R)

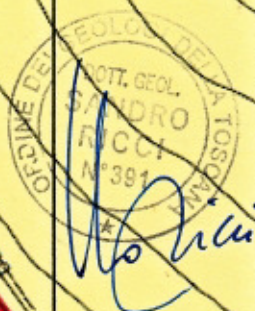
Pericolosità idraulica elevata (ai sensi del D.P.G.R. 25 Ottobre 2011, n°53/R)

Pericolosità idraulica molto elevata (ai sensi del D.P.G.R. 25 Ottobre 2011, n°53/R)

Perimetro aree urbanizzate

INTERVENTO 36
VIA DELLA MOLLETTA

INTERVENTO 33
EX FLOREVIVAISTICA



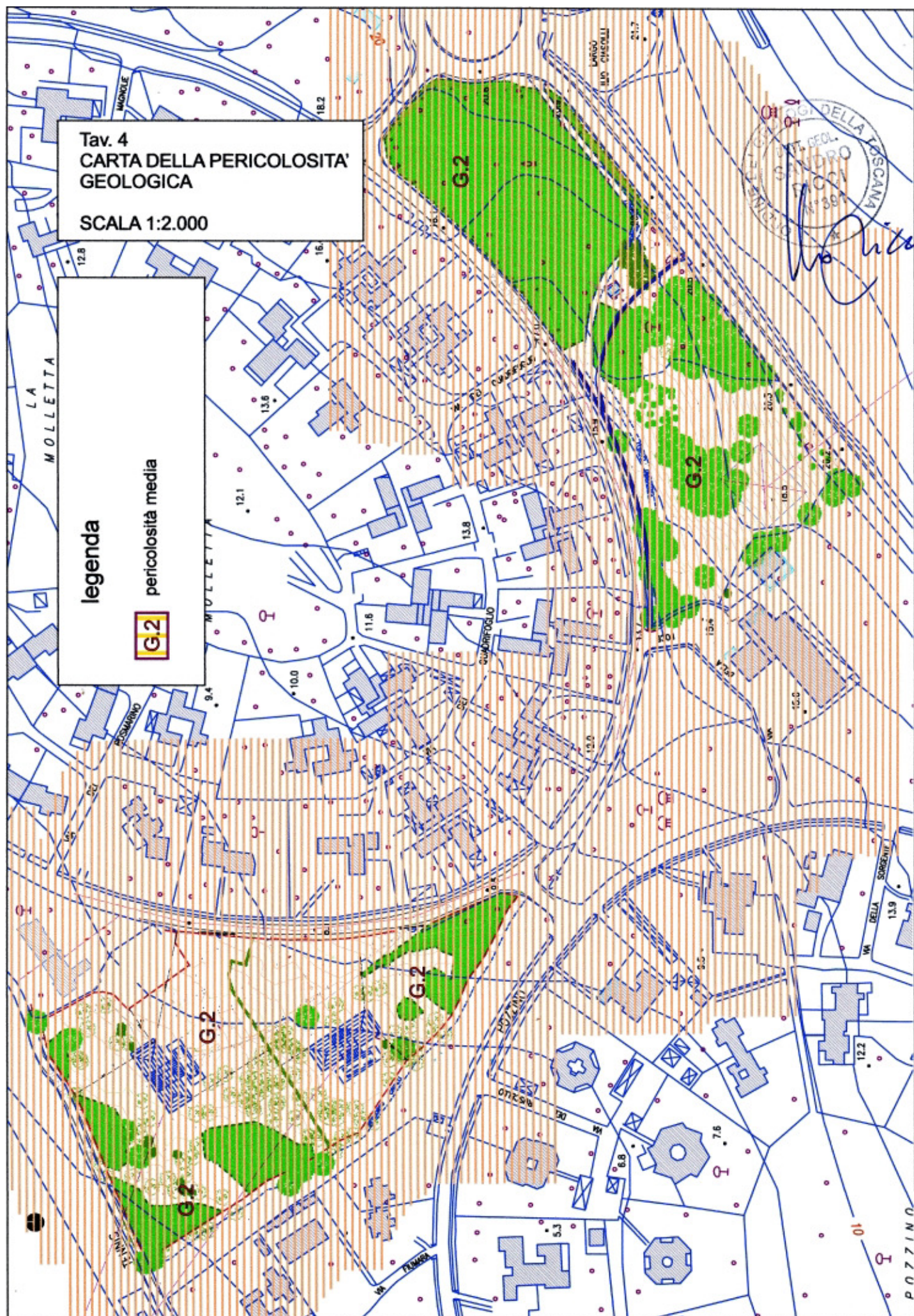
Tav. 4
CARTA DELLA PERICOLOSITA'
GEOLOGICA

SCALA 1:2.000

legenda



pericolosità media

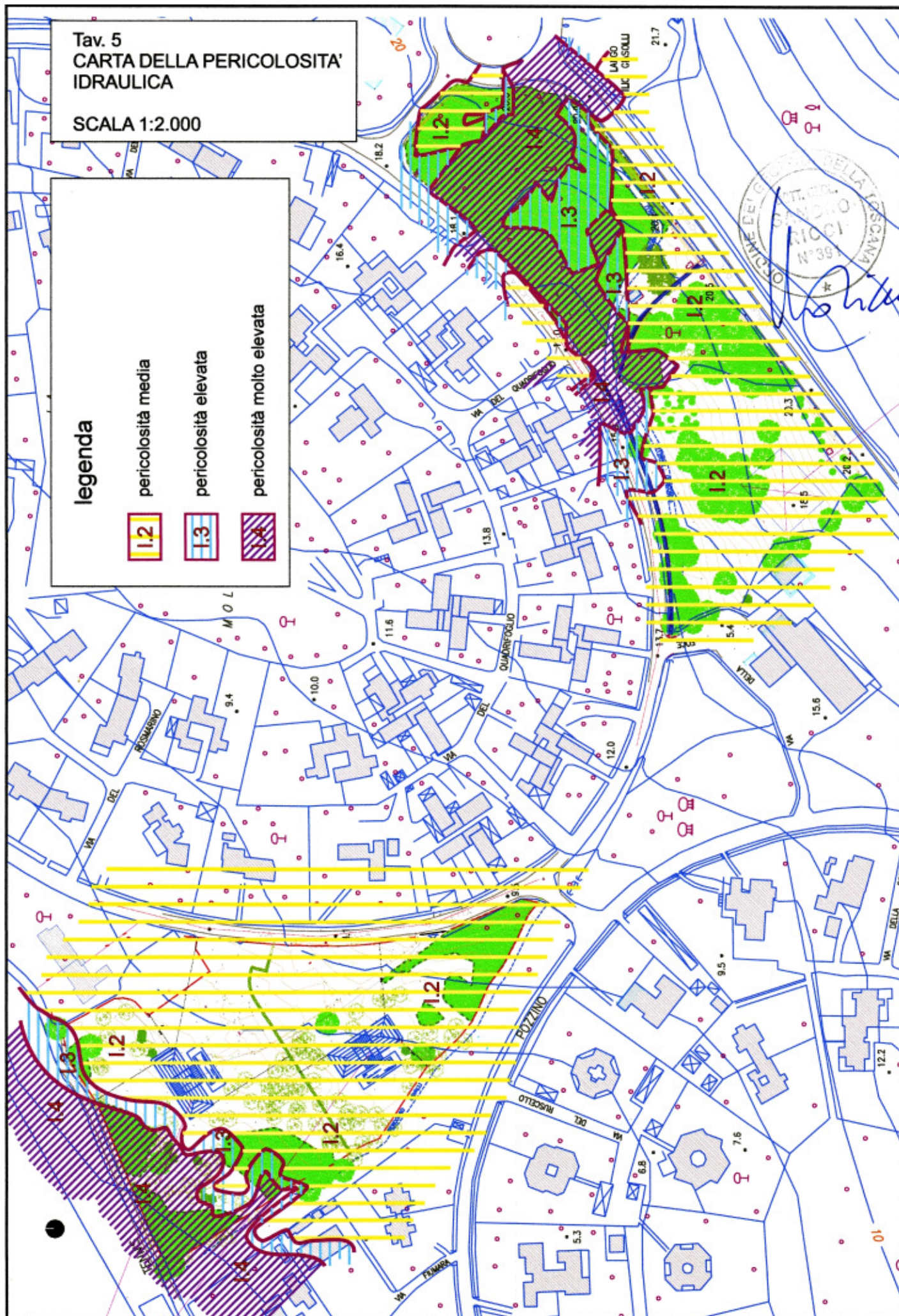


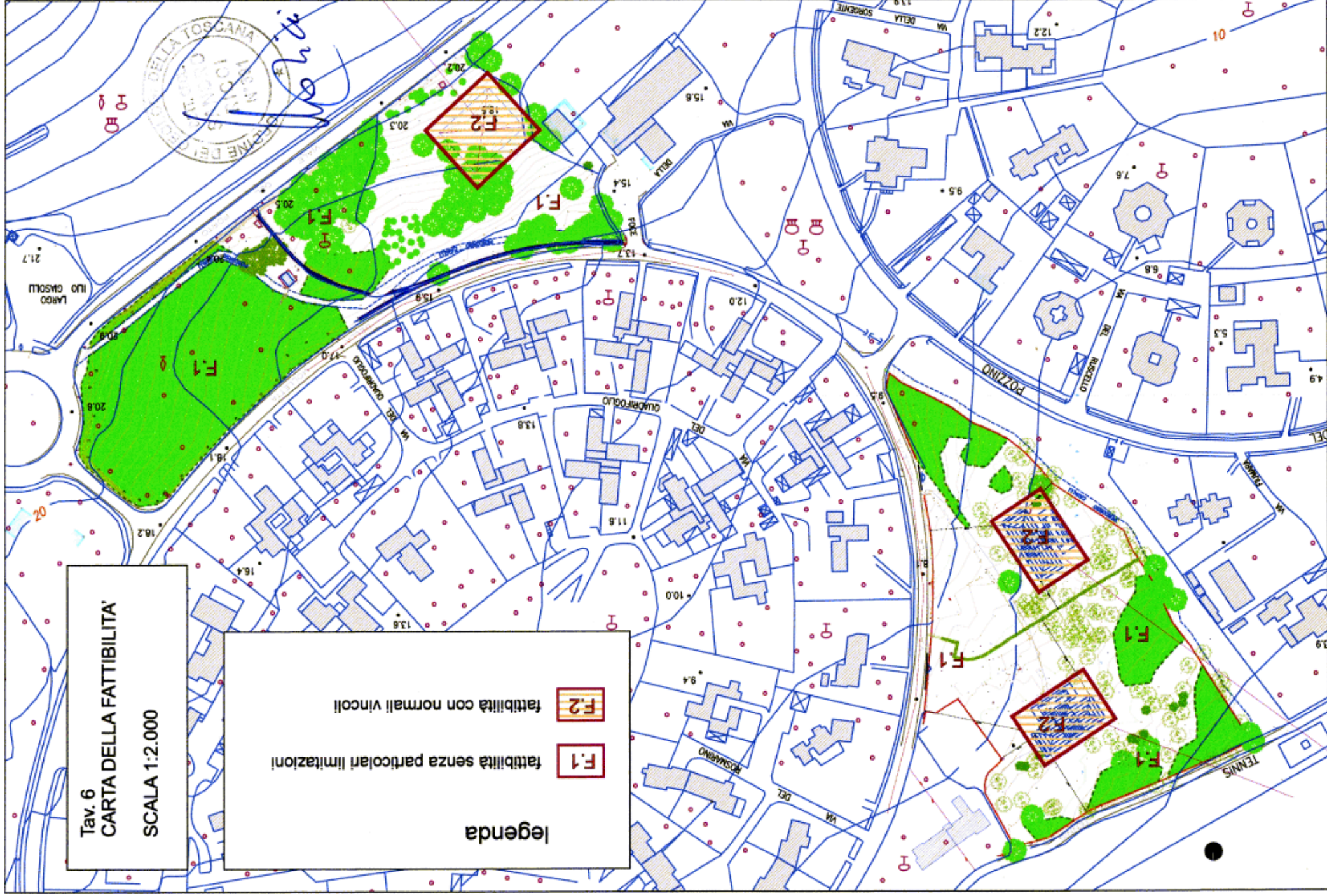
Tav. 5
CARTA DELLA PERICOLOSITA'
IDRAULICA

SCALA 1:2.000

legenda

- pericolosità media
- pericolosità elevata
- pericolosità molto elevata





COMUNE DI CASTIGLIONE DELLA PESCAIA
(PROVINCIA DI GROSSETO)



PROSPEZIONE SISMICA MASW
LOCALITA' PUNTA ALA INTERVENTO 33

Gamma Geoservizi S.r.l.



Associazione Nazionale
Imprese Specializzate
in Indagini Geognostiche

PROSPEZIONE SISMICA MASW
LOCALITA' PUNTA ALA INTERVENTO 33

INDICE

| | |
|--|---|
| 1. PREMESSA | 3 |
| 2. INDAGINE MASW | 4 |
| 2.1 Introduzione..... | 4 |
| 2.2 Cenni teorici sul metodo utilizzato..... | 4 |
| 2.3 Analisi e risultati conseguiti..... | 6 |

1. PREMESSA

Su incarico del Dr. Geol. Sandro Ricci, la Gamma Geoservizi S.r.l. ha condotto un'indagine geofisica in un'area ubicata in località Punta Ala intervento 33, Comune di Castiglione della Pescaia (Gr).

Sull'area è stata realizzata una prospezione sismica dove sono stati acquisiti segnali per la definizione della Vs30 con metodologia MASW. Di seguito si riportano le principali caratteristiche dello stendimento:

MASW per la caratterizzazione della Vs30

- distanza intergeofonica di metri 1,0;
- n. geofoni = 24;
- n. acquisizioni per l'analisi Masw = 2;
- dataset scelto per l'analisi = ala33dx2.DAT;
- punto di energizzazione = metri 2,0 esterno al geofono n°1.



Documentazione fotografica

2. INDAGINE MASW

2.1 Introduzione

Sull'area di studio è stata realizzata un'indagine sismica con acquisizione in tecnica MASW, finalizzata alla stima della velocità di propagazione delle onde sismiche nei primi 30 m di suolo (V_{s30}).

Nella prospezione eseguita è stato realizzato uno stendimento a 24 geofoni da 4,5 Hz con distanza intergeofonica di 1,0 metri.

L'utilizzo di geofoni a bassa frequenza (4,5 Hz) serve a caratterizzare in profondità per evitare eccessivo abbattimento delle ampiezze.

E' particolarmente importante adottare una distanza intergeofonica piccola (come nel nostro caso) in modo da avere informazioni anche sulle porzioni di terreno più superficiali.

Sono state realizzate acquisizioni con punti di energizzazione posti a distanze diverse seguendo un criterio geometrico; le acquisizioni sono state realizzate sia sul lato sinistro dello stendimento sismico (esterne al geofono 1) che sul lato destro (esterne al geofono 24) con tecnica stacking per sommare algebricamente i segnali ottenuti cercando di rendere in tal modo la potenza del segnale superiore a quella del rumore di fondo.

2.2 Cenni teorici sul metodo utilizzato

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), è una tecnica di indagine non invasiva, che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi geofoni (in questa prospezione sono stati utilizzati 24 geofoni da 4,5 Hz) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante delle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, la cui velocità è strettamente correlata con la rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

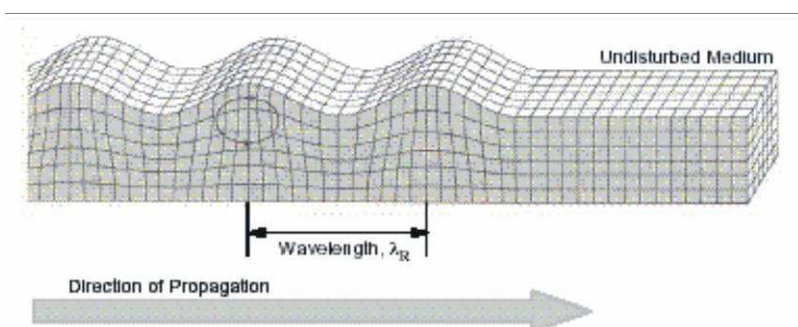


Fig.1: onda di Rayleigh sulla superficie libera di un semispazio omogeneo

Le onde di Rayleigh sono delle onde di superficie che si propagano sulla superficie libera di un mezzo isotropo ed omogeneo, generate dall'interferenza tra le onde di compressione (onde P) e le onde di taglio (onde Sv).

In un mezzo stratificato tali onde sono di tipo guidato e dispersivo e sono definite pseudo-Rayleigh: in questa sede, per questioni di semplicità si parlerà dunque di Onde di Rayleigh.

In un mezzo stratificato come accennato, le onde di Rayleigh sono di tipo dispersivo, vale a dire che con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo.

La natura dispersiva delle onde superficiali implica che onde ad alta frequenza, quindi con lunghezza d'onda ridotta, si propagano negli strati più superficiali e danno di conseguenza informazioni relative alla parte più superficiale del sottosuolo; viceversa onde con bassa frequenza, si propagano in strati a maggior profondità di cui forniranno le relative informazioni sulle velocità di propagazione a tali profondità.

Il metodo MASW può essere distinto in attivo e passivo, nel primo caso le onde sono generate artificialmente da una sorgente in un punto della superficie del suolo caratterizzando la parte più superficiale del sottosuolo; nel secondo caso vengono misurati i rumori di fondo presenti (questa metodologia si adotta quando è d'interesse caratterizzare il sottosuolo a profondità d'investigazione maggiori di 50 metri).

Nel corso di questa indagine è stato adottato il metodo attivo che solitamente permette la caratterizzazione dei primi 35-50 metri di sottosuolo. Il metodo attivo consente in genere di ottenere una velocità di fase sperimentale (detta anche curva di dispersione), compresa tra i 5 ed i 70 Hz, permettendo di caratterizzare la parte più superficiale del terreno.

L'elaborazione dei dati è stata implementata attraverso l'ausilio del programma winMASW 6.0

Il metodo d'interpretazione si sviluppa in due fasi:

- Determinazione dello spettro di velocità sul quale deve essere individuata la curva di dispersione;
- Inversione delle curva di dispersione individuata attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

2.3 Analisi e risultati conseguiti

Fase 1 - Determinazione dello spettro di velocità sul quale deve essere individuata la curva di dispersione;

In prima analisi sono stati studiati tutti i dataset di campagna per verificare la qualità delle tracce e dello spettro risultante. Dopo questa prima fase di “scrematura”, la scelta è ricaduta sul dataset **ala33dx2** che ha consentito un’analisi sufficientemente esaustiva del dato.

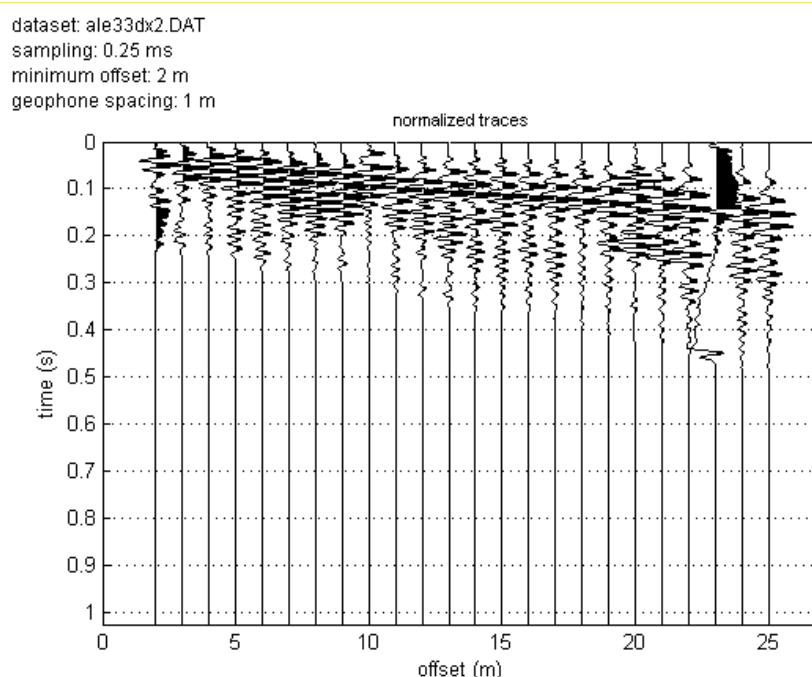


Figura 2: tracce del segnale acquisito

Attraverso la modellazione diretta è stata definita la curva di dispersione dello spettro analizzato.

La curva di dispersione associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è estraibile dallo spettro del segnale poiché è approssimativamente posta sui massimi del valore assoluto dello spettro.

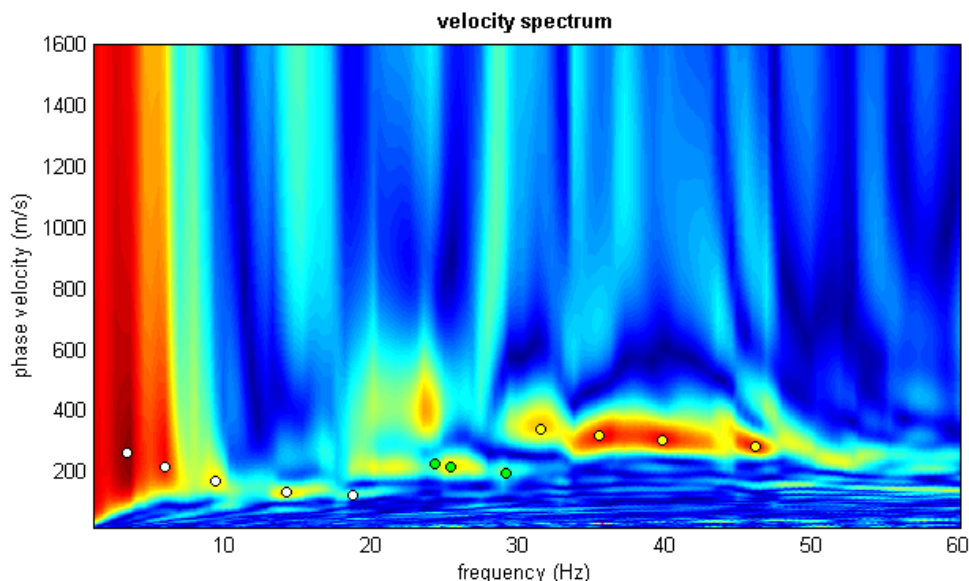


Figura 3: fase di picking dello spettro di coerenza

Fase 2 - Inversione delle curva di dispersione individuata attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

Una volta definita la curva si è proceduto alla fase di inversione settando i parametri richiesti dal software per lo sviluppo dei modelli attraverso gli algoritmi genetici.

A questo punto, la curva di dispersione sperimentale deve essere confrontata con quella relativa ad un modello sintetico che verrà successivamente alterato in base alle differenze riscontrate tra le due curve, fino ad ottenere un modello sintetico a cui è associata una curva di dispersione teorica approssimativamente coincidente con la curva sperimentale. Questa delicata fase di interpretazione è comunemente detta **fase di inversione**.

Al termine delle operazioni di calcolo descritte, si ottiene un modello del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs nei primi 30 metri di sottosuolo.

Di seguito si riporta l'output delle varie fasi di interpretazione dei dati di campagna, utilizzando il software winMASW 6.0.

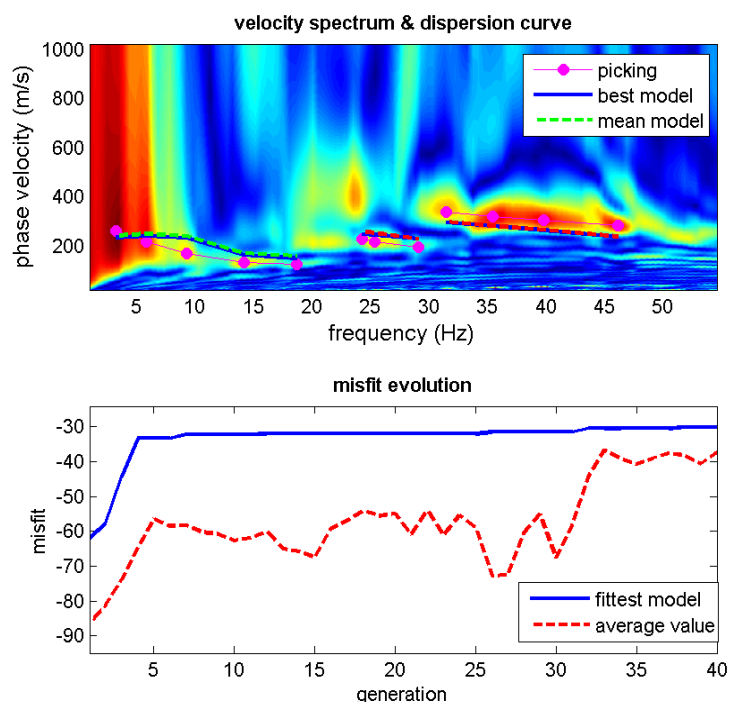


Figura 4: Output del software WinMasw

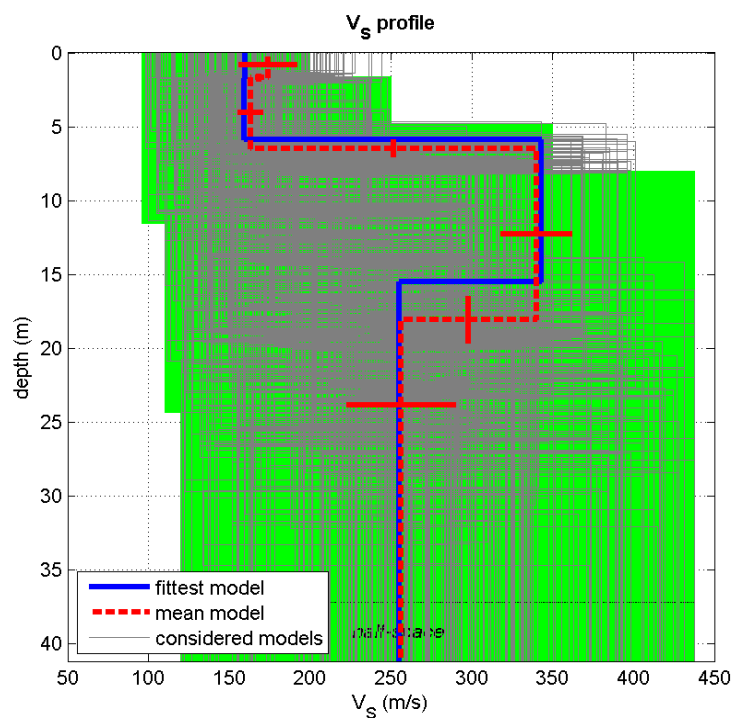


Figura 5: Output del software WinMasw

Mean model

Vs (m/s): 174, 163, 340, 256

Standard deviations (m/s): 18, 8, 22, 34

Thickness (m): 1.7, 4.8, 11.6

Standard deviations (m/s): 0.2, 0.6, 1.6

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.88, 1.76, 2.11, 2.04

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 57 47 244 133

Estimated static shear modulus (MPa) (approximate values): 0 0 0 0

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: ala33dx2.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and Poisson (please, see manual)

Vp (m/s): 493, 291, 1252, 926

Poisson: 0.43 0.27 0.46 0.46

| Vs 30 ricavata dalla MASW | velocità media | categoria suolo |
|---------------------------|----------------|-----------------|
| | 251 m/sec | C |

Dalla normativa:

A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di Vs,30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).

D: Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente

| | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|--------|
| DATA: OTTOBRE 2014 | COMMESSA N°: | 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 0 | A | REV.00 |
|--------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|--------|

consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

E: Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

S1: Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2: Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti

*Il metodo MASW fornisce valori attendibili per la **stima della velocità media della V_{s30}** nel sottosuolo, mentre il modello stratigrafico ottenuto con questa tecnica deve essere considerato puramente indicativo e comunque da confermare con ulteriori informazioni stratigrafiche derivanti da conoscenze certe o da ulteriori indagini in sito.*

Si consiglia al professionista “una valutazione ragionata” della categoria di sottosuolo eventualmente integrando il dato monodimensionale ottenuto con la MASW con i risultati di indagini eseguite nello stesso contesto come prove penetrometriche, stratigrafie di pozzi o sondaggi, prospezioni sismiche a rifrazione, misure di rumore sismico ecc.

Ricordiamo che la metodologia tende a sovrastimare leggermente il dato della V_{s30} e che la definizione esatta della categoria di suolo resta di competenza del tecnico.

COMUNE DI CASTIGLIONE DELLA PESCAIA
(PROVINCIA DI GROSSETO)



PROSPEZIONE SISMICA MASW
LOCALITA' PUNTA ALA INTERVENTO 36

Gamma Geoservizi S.r.l.



Associazione Nazionale
Imprese Specializzate
in Indagini Geognostiche

PROSPEZIONE SISMICA MASW
LOCALITA' PUNTA ALA INTERVENTO 36

INDICE

| | |
|--|---|
| 1. PREMESSA | 3 |
| 2. INDAGINE MASW | 4 |
| 2.1 Introduzione..... | 4 |
| 2.2 Cenni teorici sul metodo utilizzato..... | 4 |
| 2.3 Analisi e risultati conseguiti..... | 6 |

1. PREMESSA

Su incarico del Dr. Geol. Sandro Ricci, la Gamma Geoservizi S.r.l. ha condotto un'indagine geofisica in un'area ubicata in località Punta Ala intervento 36, Comune di Castiglione della Pescaia (Gr).

Sull'area è stata realizzata una prospezione sismica dove sono stati acquisiti segnali per la definizione della Vs30 con metodologia MASW. Di seguito si riportano le principali caratteristiche dello stendimento:

MASW per la caratterizzazione della Vs30

- distanza intergeofonica di metri 1,0;
- n. geofoni = 24;
- n. acquisizioni per l'analisi Masw = 2;
- dataset scelto per l'analisi = ala36sx6.DAT;
- punto di energizzazione = metri 6,0 esterno al geofono n°1.



Documentazione fotografica

2. INDAGINE MASW

2.1 Introduzione

Sull'area di studio è stata realizzata un'indagine sismica con acquisizione in tecnica MASW, finalizzata alla stima della velocità di propagazione delle onde sismiche nei primi 30 m di suolo (V_{s30}).

Nella prospezione eseguita è stato realizzato uno stendimento a 24 geofoni da 4,5 Hz con distanza intergeofonica di 1,0 metri.

L'utilizzo di geofoni a bassa frequenza (4,5 Hz) serve a caratterizzare in profondità per evitare eccessivo abbattimento delle ampiezze.

E' particolarmente importante adottare una distanza intergeofonica piccola (come nel nostro caso) in modo da avere informazioni anche sulle porzioni di terreno più superficiali.

Sono state realizzate acquisizioni con punti di energizzazione posti a distanze diverse seguendo un criterio geometrico; le acquisizioni sono state realizzate sia sul lato sinistro dello stendimento sismico (esterne al geofono 1) che sul lato destro (esterne al geofono 24) con tecnica stacking per sommare algebricamente i segnali ottenuti cercando di rendere in tal modo la potenza del segnale superiore a quella del rumore di fondo.

2.2 Cenni teorici sul metodo utilizzato

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves), è una tecnica di indagine non invasiva, che consente la definizione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s , basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi geofoni (in questa prospezione sono stati utilizzati 24 geofoni da 4,5 Hz) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante delle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, la cui velocità è strettamente correlata con la rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.

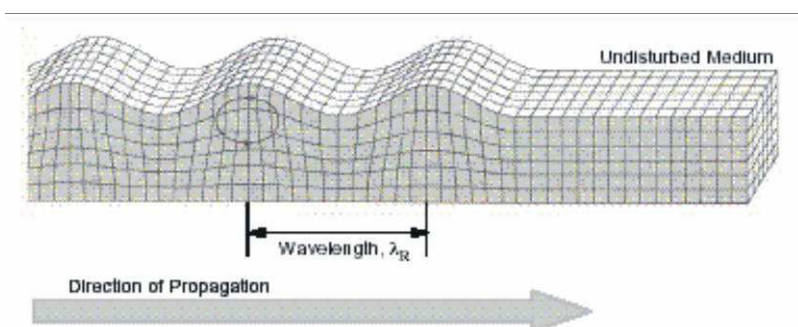


Fig.1: onda di Rayleigh sulla superficie libera di un semispazio omogeneo

Le onde di Rayleigh sono delle onde di superficie che si propagano sulla superficie libera di un mezzo isotropo ed omogeneo, generate dall'interferenza tra le onde di compressione (onde P) e le onde di taglio (onde Sv).

In un mezzo stratificato tali onde sono di tipo guidato e dispersivo e sono definite pseudo-Rayleigh: in questa sede, per questioni di semplicità si parlerà dunque di Onde di Rayleigh.

In un mezzo stratificato come accennato, le onde di Rayleigh sono di tipo dispersivo, vale a dire che con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo.

La natura dispersiva delle onde superficiali implica che onde ad alta frequenza, quindi con lunghezza d'onda ridotta, si propagano negli strati più superficiali e danno di conseguenza informazioni relative alla parte più superficiale del sottosuolo; viceversa onde con bassa frequenza, si propagano in strati a maggior profondità di cui forniranno le relative informazioni sulle velocità di propagazione a tali profondità.

Il metodo MASW può essere distinto in attivo e passivo, nel primo caso le onde sono generate artificialmente da una sorgente in un punto della superficie del suolo caratterizzando la parte più superficiale del sottosuolo; nel secondo caso vengono misurati i rumori di fondo presenti (questa metodologia si adotta quando è d'interesse caratterizzare il sottosuolo a profondità d'investigazione maggiori di 50 metri).

Nel corso di questa indagine è stato adottato il metodo attivo che solitamente permette la caratterizzazione dei primi 35-50 metri di sottosuolo. Il metodo attivo consente in genere di ottenere una velocità di fase sperimentale (detta anche curva di dispersione), compresa tra i 5 ed i 70 Hz, permettendo di caratterizzare la parte più superficiale del terreno.

L'elaborazione dei dati è stata implementata attraverso l'ausilio del programma winMASW 6.0

Il metodo d'interpretazione si sviluppa in due fasi:

- Determinazione dello spettro di velocità sul quale deve essere individuata la curva di dispersione;
- Inversione delle curva di dispersione individuata attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

2.3 Analisi e risultati conseguiti

Fase 1 - Determinazione dello spettro di velocità sul quale deve essere individuata la curva di dispersione;

In prima analisi sono stati studiati tutti i dataset di campagna per verificare la qualità delle tracce e dello spettro risultante. Dopo questa prima fase di “scrematura”, la scelta è ricaduta sul dataset **ala36sx6** che ha consentito un’analisi sufficientemente esaustiva del dato.

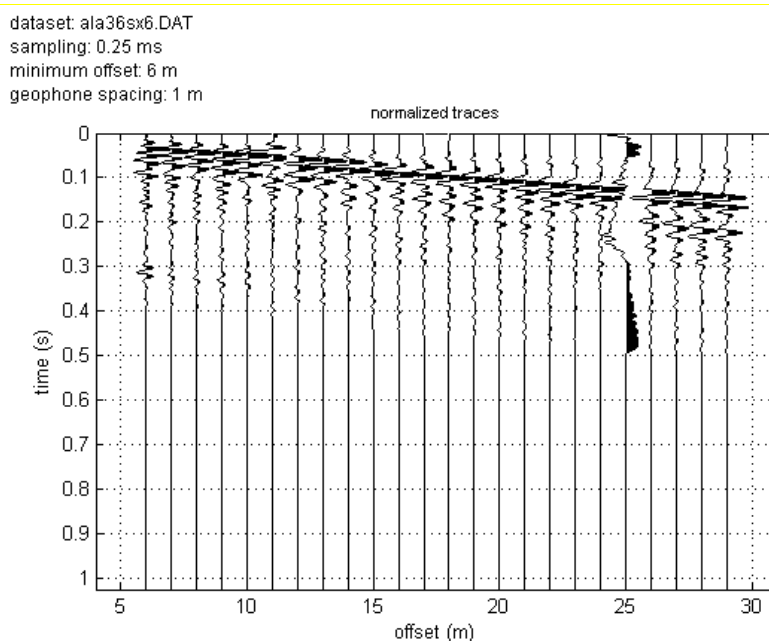


Figura 2: tracce del segnale acquisito

Attraverso la modellazione diretta è stata definita la curva di dispersione dello spettro analizzato.

La curva di dispersione associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda. Tale curva è estraibile dallo spettro del segnale poiché è approssimativamente posta sui massimi del valore assoluto dello spettro.

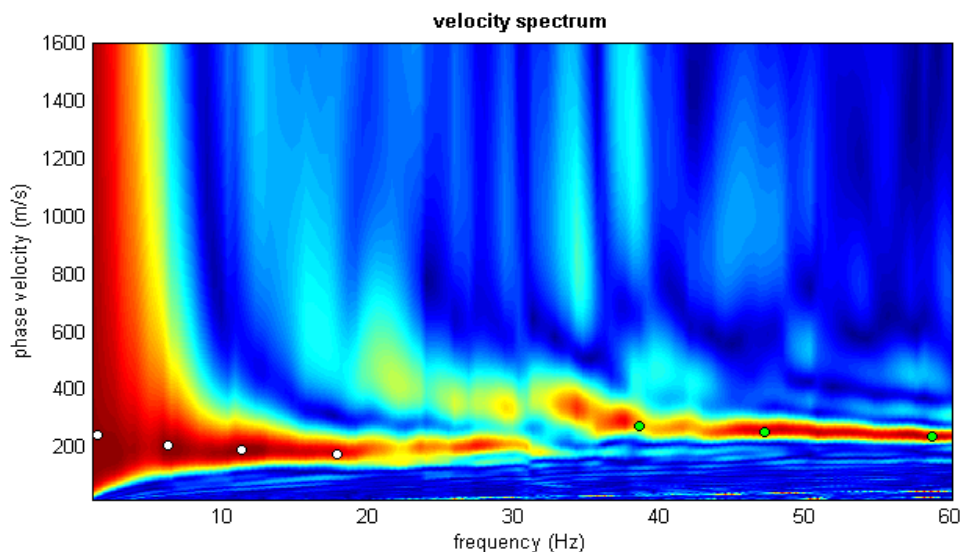


Figura 3: fase di picking dello spettro di coerenza

Fase 2 - Inversione delle curva di dispersione individuata attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

Una volta definita la curva si è proceduto alla fase di inversione settando i parametri richiesti dal software per lo sviluppo dei modelli attraverso gli algoritmi genetici.

A questo punto, la curva di dispersione sperimentale deve essere confrontata con quella relativa ad un modello sintetico che verrà successivamente alterato in base alle differenze riscontrate tra le due curve, fino ad ottenere un modello sintetico a cui è associata una curva di dispersione teorica approssimativamente coincidente con la curva sperimentale. Questa delicata fase di interpretazione è comunemente detta **fase di inversione**.

Al termine delle operazioni di calcolo descritte, si ottiene un modello del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs nei primi 30 metri di sottosuolo.

Di seguito si riporta l'output delle varie fasi di interpretazione dei dati di campagna, utilizzando il software winMASW 6.0.

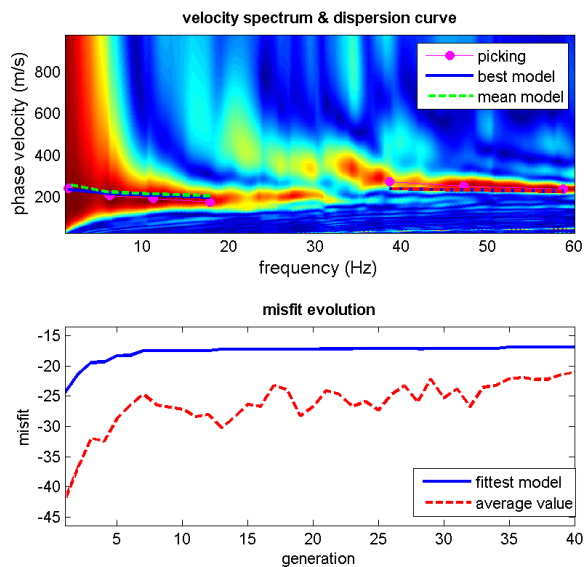


Figura 4: Output del software WinMasw

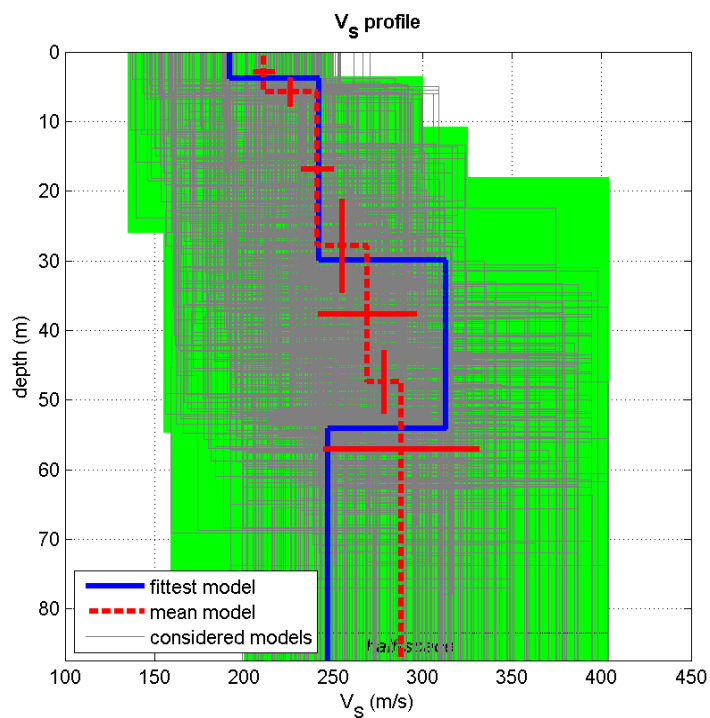


Figura 5: Output del software WinMasw

Mean model

Vs (m/s): 211, 241, 269, 288

Standard deviations (m/s): 6, 9, 27, 43

Thickness (m): 5.8, 22.1, 19.5

Standard deviations (m/s): 2.1, 6.7, 4.5

Density (gr/cm³) (approximate values): 1.89, 1.89, 2.08, 2.03

Seismic/Dynamic Shear modulus (MPa) (approximate values): 84 110 151 168

Estimated static shear modulus (MPa) (approximate values): 0 0 0 0

Analyzing Phase velocities

Considered dispersion curve: ala36sx6.cdp

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for V_p and Poisson (please, see manual)

V_p (m/s): 511, 502, 1134, 902

Poisson: 0.40 0.35 0.47 0.44

| V _s 30 ricavata dalla MASW | velocità media | categoria suolo |
|---------------------------------------|----------------|-----------------|
| | 236 m/sec | C |

Dalla normativa:

A: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s,30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s,30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT₃₀ > 50 nei terreni a grana grossa e cu₃₀ > 250 kPa nei terreni a grana fina).

C: Depositì di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s,30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT₃₀ < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu₃₀ < 250 kPa nei terreni a grana fina).

D: Depositì di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s,30} inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT₃₀ < 15 nei terreni a grana grossa e cu₃₀ < 70 kPa nei terreni a grana fina).

E: Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con V_s > 800 m/s).

S1: Depositì di terreni caratterizzati da valori di V_{s,30} inferiori a 100 m/s (ovvero 10 < cu₃₀ < 20 kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.

S2: Depositì di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di

sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti

*Il metodo MASW fornisce valori attendibili per la **stima della velocità media della V_{s30}** nel sottosuolo, mentre il modello stratigrafico ottenuto con questa tecnica deve essere considerato puramente indicativo e comunque da confermare con ulteriori informazioni stratigrafiche derivanti da conoscenze certe o da ulteriori indagini in sito.*

Si consiglia al professionista “una valutazione ragionata” della categoria di sottosuolo eventualmente integrando il dato monodimensionale ottenuto con la MASW con i risultati di indagini eseguite nello stesso contesto come prove penetrometriche , stratigrafie di pozzi o sondaggi, prospezioni sismiche a rifrazione, misure di rumore sismico ecc.

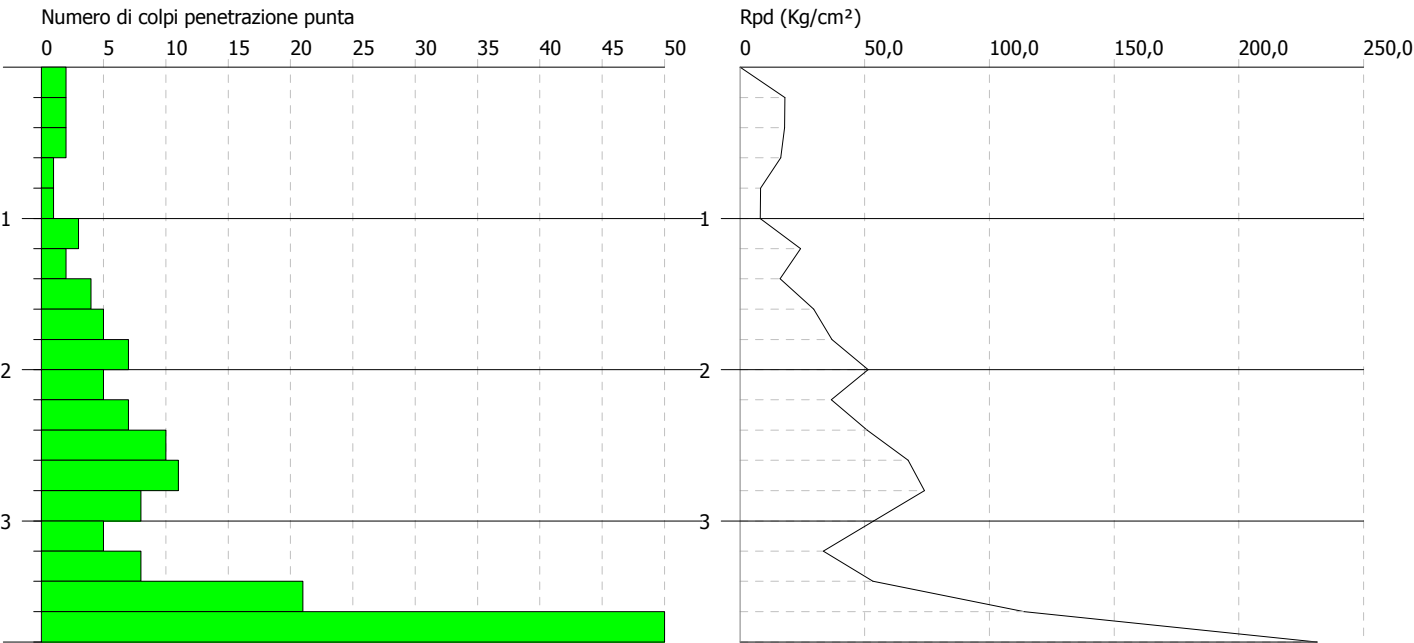
Ricordiamo che la metodologia tende a sovrastimare leggermente il dato della V_{s30} e che la definizione esatta della categoria di suolo resta di competenza del tecnico.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Dott. Geol. Sandro Ricci
Cantiere: Intervento 36
Località: Punta Ala (GR)

Data: 09/12/2014

Scala 1:50

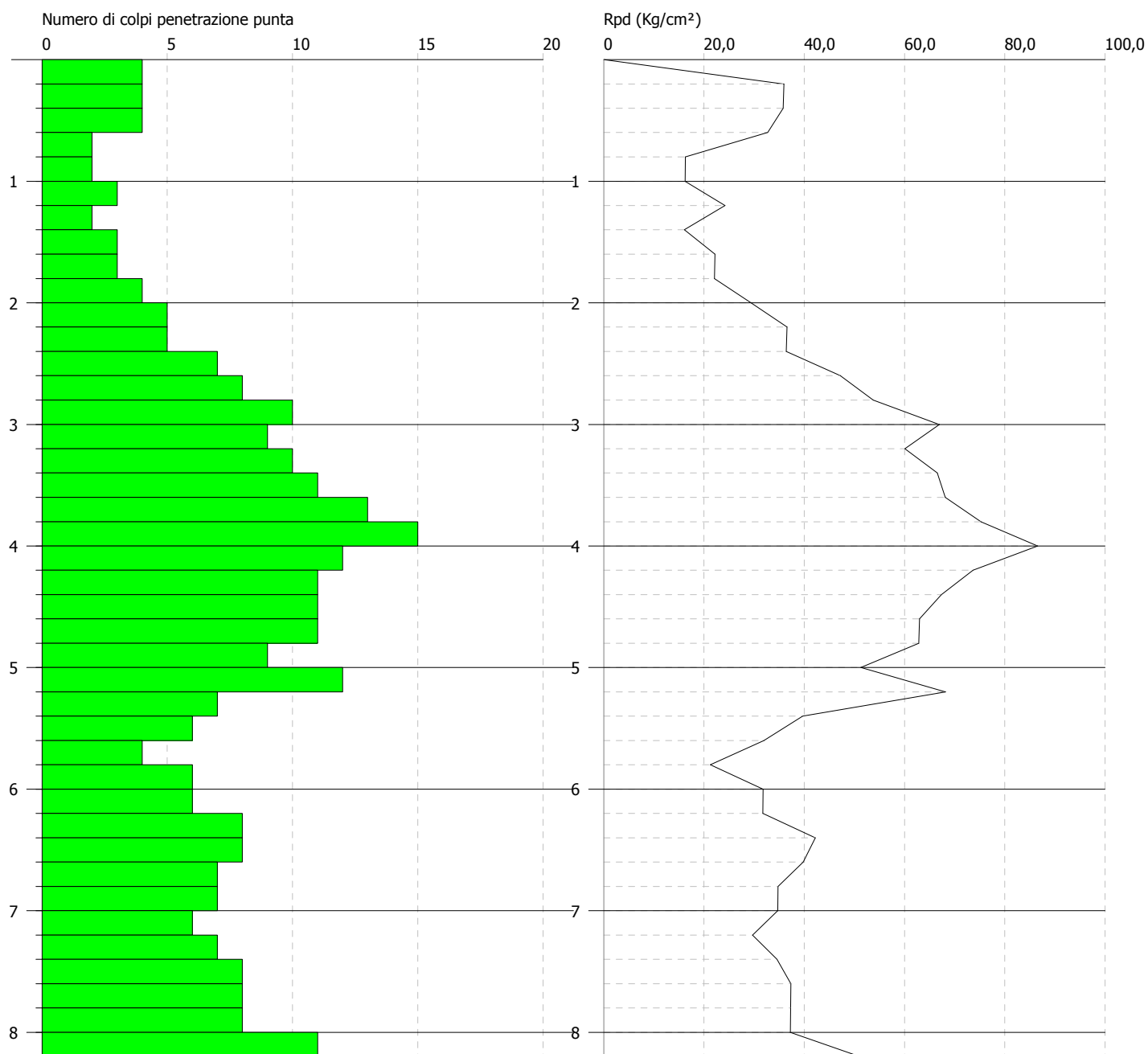


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Dott. Geol. Sandro Ricci
Cantiere: Intervento 33
Località: Punta Ala (GR)

Data: 09/12/2014

Scala 1:50



SIGNATURE 1

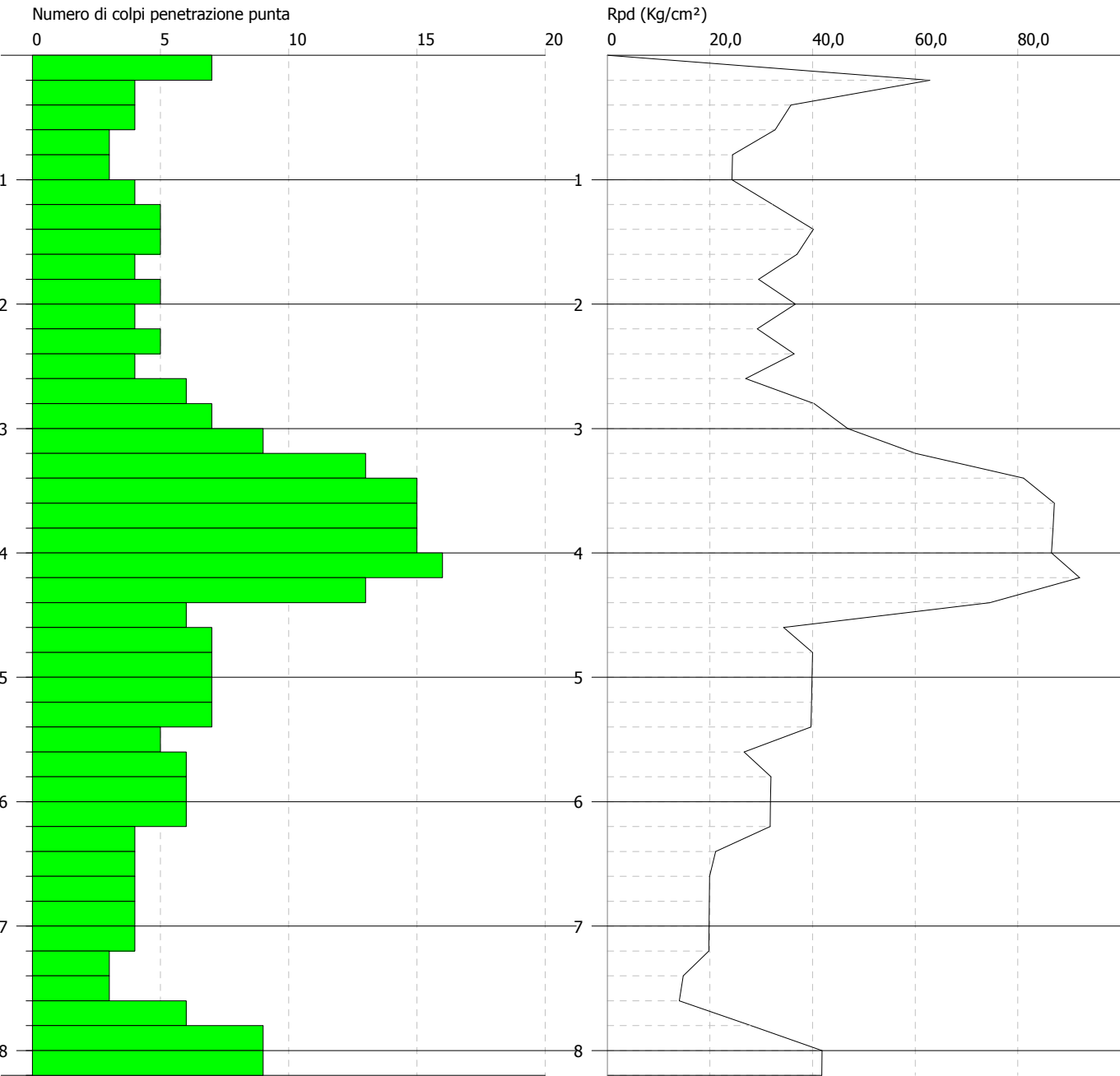
SIGNATURE 2

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI

Committente: Dott. Geol. Sandro Ricci
Cantiere: Intervento 33
Località: Punta Ala (GR)

Data: 09/12/2014

Scala 1:50



| Strato | Prof. Strato (m) | Nspt | Tipo | Gamma (t/m ³) | Gamma Saturado (t/m ³) | Fi (°) | Cu (Kg/cm ²) | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
|--------|------------------------|-------|--------------------|------------------------------|--|-----------|-----------------------------|---|
| 1 | 0,2 | 2,94 | Incoerente/Coesivo | 1,45 | 1,87 | 28,82 | 0,18 | 33,5 |
| 2 | 0,4 | 2,94 | Incoerente/Coesivo | 1,45 | 1,87 | 28,82 | 0,18 | 33,5 |
| 3 | 0,6 | 2,94 | Incoerente/Coesivo | 1,45 | 1,87 | 28,82 | 0,18 | 33,5 |
| 4 | 0,8 | 1,47 | Incoerente/Coesivo | 1,38 | 1,87 | 28,41 | 0,09 | 30,48 |
| 5 | 1,0 | 1,47 | Incoerente/Coesivo | 1,38 | 1,87 | 28,41 | 0,09 | 30,48 |
| 6 | 1,2 | 4,41 | Incoerente/Coesivo | 1,51 | 1,88 | 29,23 | 0,28 | 36,52 |
| 7 | 1,4 | 2,94 | Incoerente/Coesivo | 1,45 | 1,87 | 28,82 | 0,18 | 33,5 |
| 8 | 1,6 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 9 | 1,8 | 7,35 | Incoerente/Coesivo | 1,63 | 1,9 | 30,06 | 0,46 | 42,56 |
| 10 | 2,0 | 10,29 | Incoerente/Coesivo | 1,74 | 1,92 | 30,88 | 0,7 | 48,6 |
| 11 | 2,2 | 7,35 | Incoerente/Coesivo | 1,63 | 1,9 | 30,06 | 0,46 | 42,56 |
| 12 | 2,4 | 10,29 | Incoerente/Coesivo | 1,74 | 1,92 | 30,88 | 0,7 | 48,6 |
| 13 | 2,6 | 14,7 | Incoerente/Coesivo | 1,87 | 1,95 | 32,12 | 0,99 | 57,66 |
| 14 | 2,8 | 16,17 | Incoerente/Coesivo | 1,91 | 1,96 | 32,53 | 1,09 | 60,68 |
| 15 | 3,0 | 11,76 | Incoerente/Coesivo | 1,79 | 1,93 | 31,29 | 0,79 | 51,62 |
| 16 | 3,2 | 7,35 | Incoerente/Coesivo | 1,63 | 1,9 | 30,06 | 0,46 | 42,56 |
| 17 | 3,4 | 11,76 | Incoerente/Coesivo | 1,79 | 1,93 | 31,29 | 0,79 | 51,62 |
| 18 | 3,6 | 30,87 | Incoerente/Coesivo | 2,14 | 2,05 | 36,64 | 2,08 | 90,87 |
| 19 | 3,8 | 73,5 | Incoerente/Coesivo | 2,46 | 2,2 | 48,58 | 4,96 | 178,44 |
| | | | | | | | | |

| Strato | Prof. Strato (m) | Nspt | Tipo | Gamma (t/m ³) | Gamma Saturo (t/m ³) | Fi (°) | Cu (Kg/cm ²) | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
|--------|------------------------|-------|--------------------|------------------------------|--|-----------|-----------------------------|---|
| 1 | 0,2 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 2 | 0,4 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 3 | 0,6 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 4 | 0,8 | 2,94 | Incoerente/Coesivo | 1,45 | 1,87 | 28,82 | 0,18 | 33,5 |
| 5 | 1,0 | 2,94 | Incoerente/Coesivo | 1,45 | 1,87 | 28,82 | 0,18 | 33,5 |
| 6 | 1,2 | 4,41 | Incoerente/Coesivo | 1,51 | 1,88 | 29,23 | 0,28 | 36,52 |
| 7 | 1,4 | 2,94 | Incoerente/Coesivo | 1,45 | 1,87 | 28,82 | 0,18 | 33,5 |
| 8 | 1,6 | 4,41 | Incoerente/Coesivo | 1,51 | 1,88 | 29,23 | 0,28 | 36,52 |
| 9 | 1,8 | 4,41 | Incoerente/Coesivo | 1,51 | 1,88 | 29,23 | 0,28 | 36,52 |
| 10 | 2,0 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 11 | 2,2 | 7,35 | Incoerente/Coesivo | 1,63 | 1,9 | 30,06 | 0,46 | 42,56 |
| 12 | 2,4 | 7,35 | Incoerente/Coesivo | 1,63 | 1,9 | 30,06 | 0,46 | 42,56 |
| 13 | 2,6 | 10,29 | Incoerente/Coesivo | 1,74 | 1,92 | 30,88 | 0,7 | 48,6 |
| 14 | 2,8 | 11,76 | Incoerente/Coesivo | 1,79 | 1,93 | 31,29 | 0,79 | 51,62 |
| 15 | 3,0 | 14,7 | Incoerente/Coesivo | 1,87 | 1,95 | 32,12 | 0,99 | 57,66 |
| 16 | 3,2 | 13,23 | Incoerente/Coesivo | 1,83 | 1,94 | 31,70 | 0,89 | 54,64 |
| 17 | 3,4 | 14,7 | Incoerente/Coesivo | 1,87 | 1,95 | 32,12 | 0,99 | 57,66 |
| 18 | 3,6 | 16,17 | Incoerente/Coesivo | 1,91 | 1,96 | 32,53 | 1,09 | 60,68 |
| 19 | 3,8 | 19,11 | Incoerente/Coesivo | 1,98 | 1,97 | 33,35 | 1,29 | 66,72 |
| 20 | 4,0 | 22,05 | Incoerente/Coesivo | 2,03 | 1,99 | 34,17 | 1,49 | 72,76 |
| 21 | 4,2 | 17,64 | Incoerente/Coesivo | 1,94 | 1,97 | 32,94 | 1,19 | 63,7 |
| 22 | 4,4 | 16,17 | Incoerente/Coesivo | 1,91 | 1,96 | 32,53 | 1,09 | 60,68 |
| 23 | 4,6 | 16,17 | Incoerente/Coesivo | 1,91 | 1,96 | 32,53 | 1,09 | 60,68 |
| 24 | 4,8 | 16,17 | Incoerente/Coesivo | 1,91 | 1,96 | 32,53 | 1,09 | 60,68 |
| 25 | 5,0 | 13,23 | Incoerente/Coesivo | 1,83 | 1,94 | 31,70 | 0,89 | 54,64 |
| 26 | 5,2 | 17,64 | Incoerente/Coesivo | 1,94 | 1,97 | 32,94 | 1,19 | 63,7 |
| 27 | 5,4 | 10,29 | Incoerente/Coesivo | 1,74 | 1,92 | 30,88 | 0,7 | 48,6 |
| 28 | 5,6 | 8,82 | Incoerente/Coesivo | 1,69 | 1,91 | 30,47 | 0,6 | 45,58 |
| 29 | 5,8 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 30 | 6,0 | 8,82 | Incoerente/Coesivo | 1,69 | 1,91 | 30,47 | 0,6 | 45,58 |
| 31 | 6,2 | 8,82 | Incoerente/Coesivo | 1,69 | 1,91 | 30,47 | 0,6 | 45,58 |
| 32 | 6,4 | 11,76 | Incoerente/Coesivo | 1,79 | 1,93 | 31,29 | 0,79 | 51,62 |
| 33 | 6,6 | 11,76 | Incoerente/Coesivo | 1,79 | 1,93 | 31,29 | 0,79 | 51,62 |
| 34 | 6,8 | 10,29 | Incoerente/Coesivo | 1,74 | 1,92 | 30,88 | 0,7 | 48,6 |
| 35 | 7,0 | 10,29 | Incoerente/Coesivo | 1,74 | 1,92 | 30,88 | 0,7 | 48,6 |
| 36 | 7,2 | 8,82 | Incoerente/Coesivo | 1,69 | 1,91 | 30,47 | 0,6 | 45,58 |
| 37 | 7,4 | 10,29 | Incoerente/Coesivo | 1,74 | 1,92 | 30,88 | 0,7 | 48,6 |
| 38 | 7,6 | 11,76 | Incoerente/Coesivo | 1,79 | 1,93 | 31,29 | 0,79 | 51,62 |
| 39 | 7,8 | 11,76 | Incoerente/Coesivo | 1,79 | 1,93 | 31,29 | 0,79 | 51,62 |
| 40 | 8,0 | 11,76 | Incoerente/Coesivo | 1,79 | 1,93 | 31,29 | 0,79 | 51,62 |
| 41 | 8,2 | 16,17 | Incoerente/Coesivo | 1,91 | 1,96 | 32,53 | 1,09 | 60,68 |
| | | | | | | | | |

| Strato | Prof. Strato (m) | Nspt | Tipo | Gamma (t/m ³) | Gamma Saturado (t/m ³) | Fi (°) | Cu (Kg/cm ²) | Modulo Edometrico (Kg/cm ²) |
|--------|------------------------|-------|--------------------|------------------------------|--|-----------|-----------------------------|---|
| 1 | 0,2 | 10,29 | Incoerente/Coesivo | 1,74 | 1,92 | 30,88 | 0,7 | 48,6 |
| 2 | 0,4 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 3 | 0,6 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 4 | 0,8 | 4,41 | Incoerente/Coesivo | 1,51 | 1,88 | 29,23 | 0,28 | 36,52 |
| 5 | 1,0 | 4,41 | Incoerente/Coesivo | 1,51 | 1,88 | 29,23 | 0,28 | 36,52 |
| 6 | 1,2 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 7 | 1,4 | 7,35 | Incoerente/Coesivo | 1,63 | 1,9 | 30,06 | 0,46 | 42,56 |
| 8 | 1,6 | 7,35 | Incoerente/Coesivo | 1,63 | 1,9 | 30,06 | 0,46 | 42,56 |
| 9 | 1,8 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 10 | 2,0 | 7,35 | Incoerente/Coesivo | 1,63 | 1,9 | 30,06 | 0,46 | 42,56 |
| 11 | 2,2 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 12 | 2,4 | 7,35 | Incoerente/Coesivo | 1,63 | 1,9 | 30,06 | 0,46 | 42,56 |
| 13 | 2,6 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 14 | 2,8 | 8,82 | Incoerente/Coesivo | 1,69 | 1,91 | 30,47 | 0,6 | 45,58 |
| 15 | 3,0 | 10,29 | Incoerente/Coesivo | 1,74 | 1,92 | 30,88 | 0,7 | 48,6 |
| 16 | 3,2 | 13,23 | Incoerente/Coesivo | 1,83 | 1,94 | 31,70 | 0,89 | 54,64 |
| 17 | 3,4 | 19,11 | Incoerente/Coesivo | 1,98 | 1,97 | 33,35 | 1,29 | 66,72 |
| 18 | 3,6 | 22,05 | Incoerente/Coesivo | 2,03 | 1,99 | 34,17 | 1,49 | 72,76 |
| 19 | 3,8 | 22,05 | Incoerente/Coesivo | 2,03 | 1,99 | 34,17 | 1,49 | 72,76 |
| 20 | 4,0 | 22,05 | Incoerente/Coesivo | 2,03 | 1,99 | 34,17 | 1,49 | 72,76 |
| 21 | 4,2 | 23,52 | Incoerente/Coesivo | 2,06 | 2,0 | 34,59 | 1,59 | 75,78 |
| 22 | 4,4 | 19,11 | Incoerente/Coesivo | 1,98 | 1,97 | 33,35 | 1,29 | 66,72 |
| 23 | 4,6 | 8,82 | Incoerente/Coesivo | 1,69 | 1,91 | 30,47 | 0,6 | 45,58 |
| 24 | 4,8 | 10,29 | Incoerente/Coesivo | 1,74 | 1,92 | 30,88 | 0,7 | 48,6 |
| 25 | 5,0 | 10,29 | Incoerente/Coesivo | 1,74 | 1,92 | 30,88 | 0,7 | 48,6 |
| 26 | 5,2 | 10,29 | Incoerente/Coesivo | 1,74 | 1,92 | 30,88 | 0,7 | 48,6 |
| 27 | 5,4 | 10,29 | Incoerente/Coesivo | 1,74 | 1,92 | 30,88 | 0,7 | 48,6 |
| 28 | 5,6 | 7,35 | Incoerente/Coesivo | 1,63 | 1,9 | 30,06 | 0,46 | 42,56 |
| 29 | 5,8 | 8,82 | Incoerente/Coesivo | 1,69 | 1,91 | 30,47 | 0,6 | 45,58 |
| 30 | 6,0 | 8,82 | Incoerente/Coesivo | 1,69 | 1,91 | 30,47 | 0,6 | 45,58 |
| 31 | 6,2 | 8,82 | Incoerente/Coesivo | 1,69 | 1,91 | 30,47 | 0,6 | 45,58 |
| 32 | 6,4 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 33 | 6,6 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 34 | 6,8 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 35 | 7,0 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 36 | 7,2 | 5,88 | Incoerente/Coesivo | 1,58 | 1,89 | 29,65 | 0,37 | 39,54 |
| 37 | 7,4 | 4,41 | Incoerente/Coesivo | 1,51 | 1,88 | 29,23 | 0,28 | 36,52 |
| 38 | 7,6 | 4,41 | Incoerente/Coesivo | 1,51 | 1,88 | 29,23 | 0,28 | 36,52 |
| 39 | 7,8 | 8,82 | Incoerente/Coesivo | 1,69 | 1,91 | 30,47 | 0,6 | 45,58 |
| 40 | 8,0 | 13,23 | Incoerente/Coesivo | 1,83 | 1,94 | 31,70 | 0,89 | 54,64 |
| 41 | 8,2 | 13,23 | Incoerente/Coesivo | 1,83 | 1,94 | 31,70 | 0,89 | 54,64 |
| | | | | | | | | |



ing. ENZO ROSADINI

Via Paglialunga,3
58100 Grosseto (☎ 3480121463)
P.IVA 00 848 970 539
C.F. RSD NZE 57C01 E202I

Comune di Castiglione della Pescaia

Provincia di Grosseto

Piano attuativo ai sensi dell'Art.107

della L.R. 65/2014

A -Relazione Tecnica

VERIFICHE IDRAULICHE

Proprietà: Rondinaia srl – Mor Christine – Gardens srl

15/12/2014

(ing. Enzo Rosadini)

Sommario

| | |
|--|----|
| PREMESSA..... | 3 |
| SCOPO DELLO STUDIO | 5 |
| INDAGINI EFFETTUATE | 8 |
| IDRAULICA DEI CORSI PRINCIPALI..... | 11 |
| Fosso Moletta | 11 |
| Interventi di medio e lungo periodo nell'area | 16 |
| MODELLAZIONE IDRAULICA | 18 |
| LE VERIFICHE IDRAULICHE | 18 |
| CONCLUSIONI | 24 |

Indice delle figure

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Estratto RU..... | 3 |
| Figura 2 – Tipologia dell'intervento previsto..... | 5 |
| Figura 3 – Individuazione area e tipologia di intervento e | 6 |
| Figura 4 – Tipologia intervento 1..... | 7 |
| Figura 5 – Tipologia intervento 2..... | 7 |
| Figura 6 – Vista pseudo 3d dal mare | 8 |
| Figura 7 – Vista pseudo 3d da Monte..... | 8 |
| Figura 8 – Classificazione delle aree soggette a rischio idraulico | 9 |
| Figura 9 – Sovrapposizione con le aree oggetto dell'intervento | 10 |
| Figura 10 – Modello LIDAR dell'area a matrice 2x2 m | 10 |
| Figura 11 – Elaborazione alla Gumbel dei dati pluviometrici..... | 13 |
| Figura 12 – Idrogramma Molletta per Tr =200 anni | 14 |
| Figura 13 – Elaborazione e verifica dei bacini imbriferi afferenti al comprensorio | 15 |
| Figura 14 – Reticolo idraulico assunto nel modello HEC RAS..... | 18 |
| Figura 15 – Reticolo idraulico assunto georeferenziato all'area di intervento | 19 |
| Figura 16 – Profilo idraulico MOLLETTA Hec Ras (Studio Pagliara 2014) | 20 |
| Figura 17 – Tabella MOLLETTA Hec Ras (Studio Pagliara 2014) | 21 |
| Figura 18 – Software utilizzato per modellazione numerica inondazione Tr 200 anni | 22 |
| Figura 19 – Zona 1 inondazione Tr 30 anni..... | 23 |
| Figura 20 – Zona 1 inondazione Tr 200 anni | 23 |
| Figura 21 – Indicazione di PAI..... | 24 |

PREMESSA

Il presente studio valuta il rischio idraulico in riferimento alle aree interessate dal Piano Attuativo previsto in loc. Molletta in Punta Ala nel comune di Castiglione della Pescaia

In dettaglio il Piano Attuativo si articola in due ambiti distinti: uno posta ad Ovest del comparto della Molletta e definito nel presente documento come "Ambito 1", mentre l'altro, posto a Sud del comparto verrà indicato come "Ambito 2".

Come descritto nelle norme tecniche di attuazione del Regolamento Urbanistico, il Piano Attuativo consente la rilocalizzazione della presente attività florovivaistica, spostandola dall'Ambito 1 nell'Ambito 2, mentre in luogo dei manufatti del vivaio è ammesso un intervento di sostituzione edilizia che andrà a generare n.2 edifici residenziali.

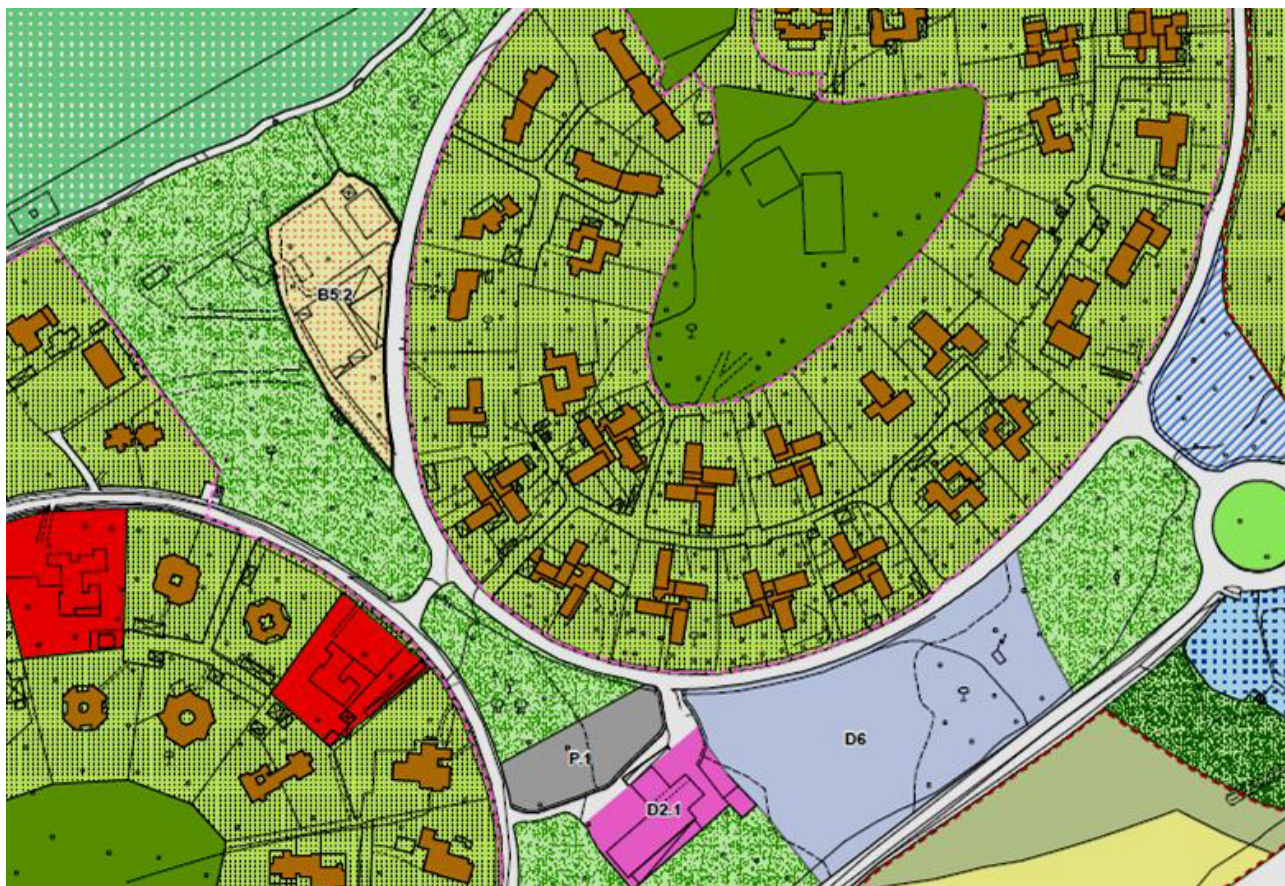


Figura 1 – Estratto RU

Nell'estratto sopra riportato si individuano le aree interessate dal progetto:

1. nell'area identificata con la sigla B5.2 e nell'intorno (zona verde), saranno demoliti i fabbricati legati all'attività florovivaistica e sarà ammessa la realizzazione di due nuovi edifici ad uso residenziale;
2. nell'area identificata P.1 sarà realizzato un parcheggio per almeno 35 posti auto;
3. nell'area identificata D6 sarà rilocalizzata la struttura florovivaistica.



Nell'immagine viene riportata la parte Sud-Ovest del comparto, dove sono evidenziate le aree interessate dal progetto urbanistico.

Il perimetro azzurro delimita una porzione di terreno completamente naturale che non presenta alcun manufatto. Con il perimetro rosso e arancione viene delimitata un'area attualmente in parte occupata da una azienda florovivaistica ed al cui interno sono presenti alcuni manufatti.

L'intervento è normato dall'art. 13, comma 7 del Regolamento urbanistico approvato con Deliberazione Consiglio Comunale n. 57 del 31 luglio 2014.

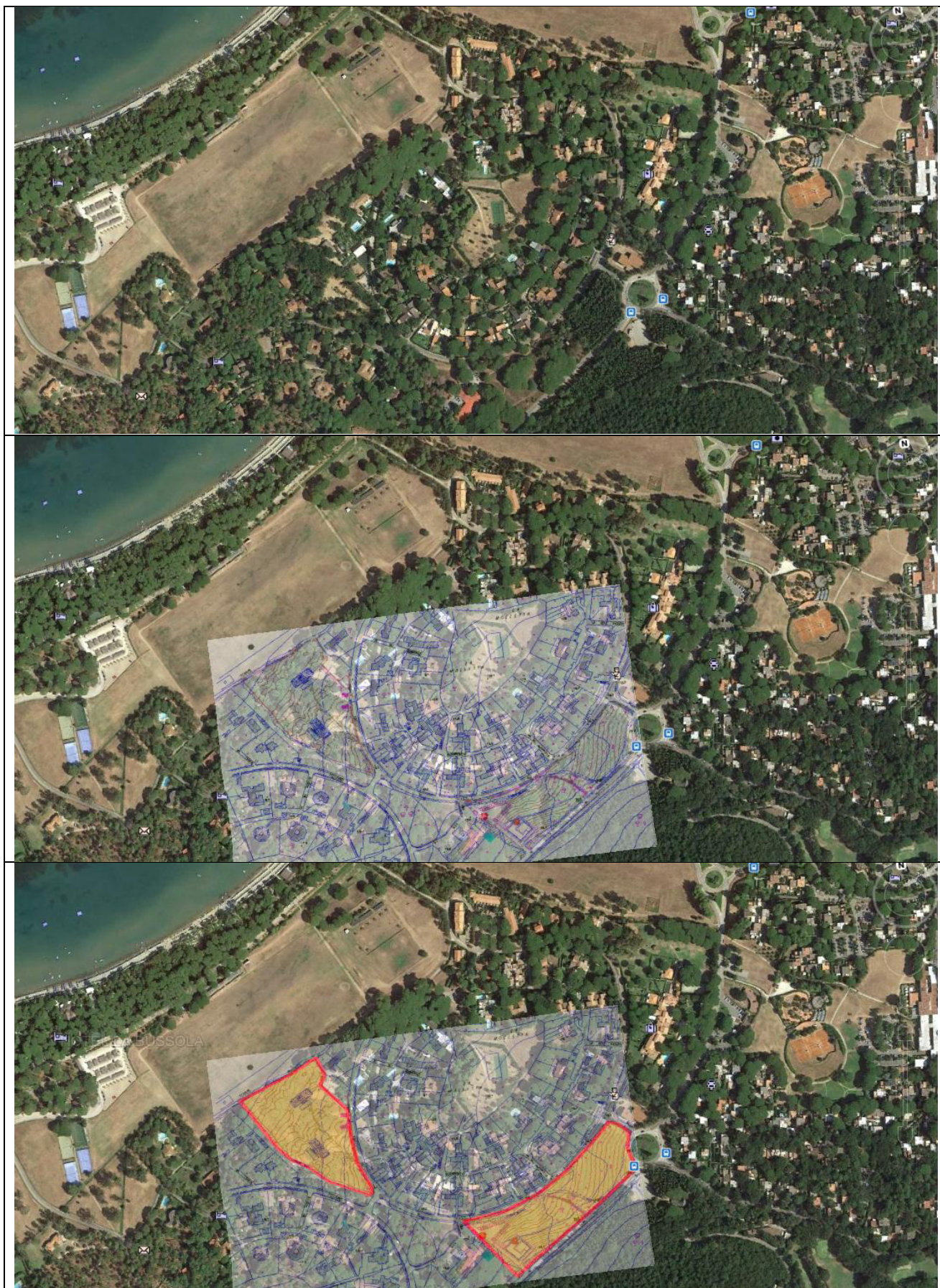


Figura 3 – Individuazione area e tipologia di intervento e



Figura 4 – Tipologia intervento 1

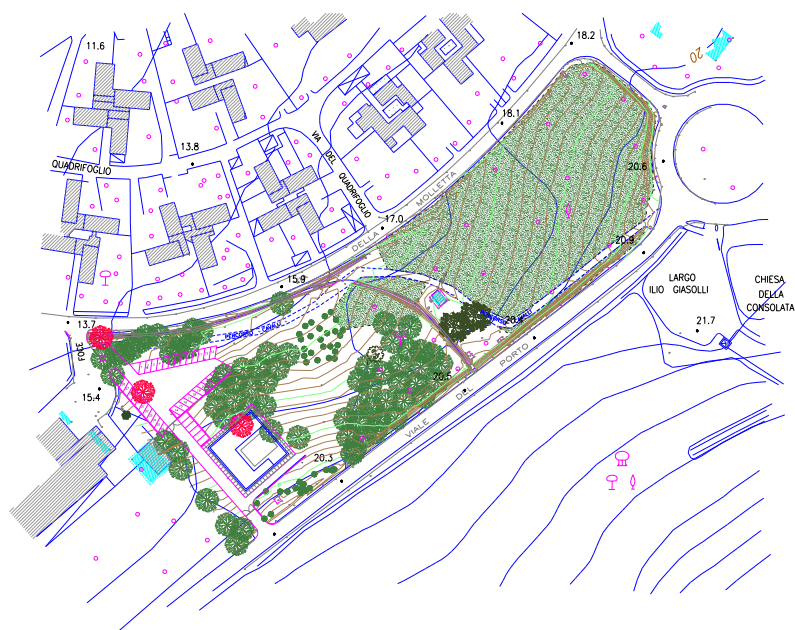


Figura 5 – Tipologia intervento 2

Sotto il rilievo idraulico risulta pertanto predominante il contributo Fosso Molletta, l'affluente Omomorto appare invece significativo limitatamente al solo comparto B.



Figura 6 – Vista pseudo 3d dal mare



Figura 7 – Vista pseudo 3d da Monte

INDAGINI EFFETTUATE

Lo strumento urbanistico del Comune di Castiglione (recependo le indicazioni del PAI) classifica l'area in oggetto prevalentemente PIM (Pericolosità Idraulica Media) con alcune porzioni in area PIE (Pericolosità

Idraulica Elevata) e delle aree marginali, in riferimento agli interventi previsti, in area PIME (Pericolosità idraulica Molto Elevata).

Il tutto come meglio rappresentato nelle successive figure stralciate dalla cartografia urbanistica e di PAI.

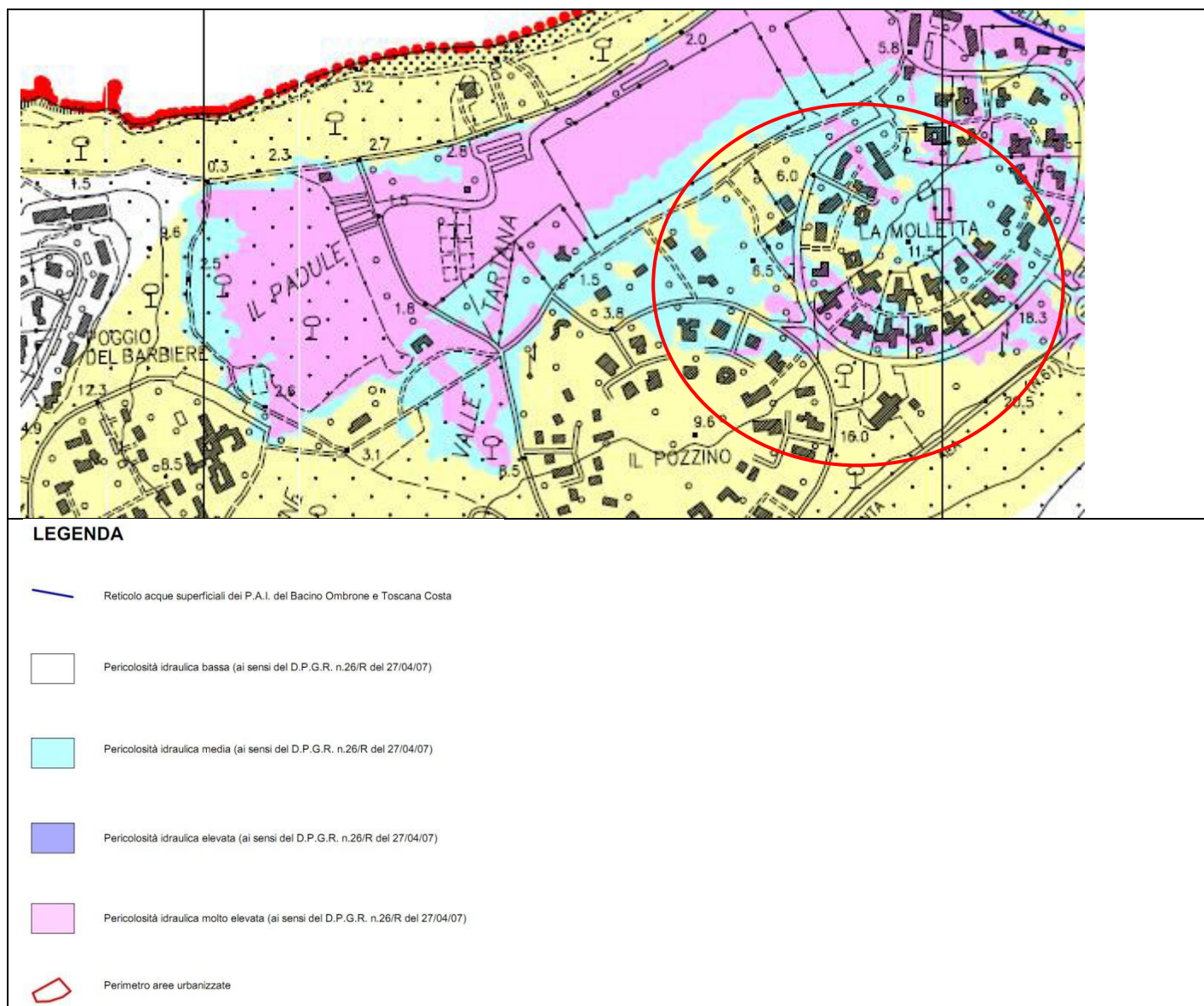


Figura 8 – Classificazione delle aree soggette a rischio idraulico



Figura 9 – Sovrapposizione con le aree oggetto dell'intervento

Al fine di valutare la sicurezza idraulica dell'intervento si effettua pertanto una valutazione della sicurezza del sito, investigando per eventi pluviometrici aventi un tempo di ritorno pari a 200 anni.

Per l'area in esame è inoltre disponibile un rilievo lidar a matrice 2x2 m

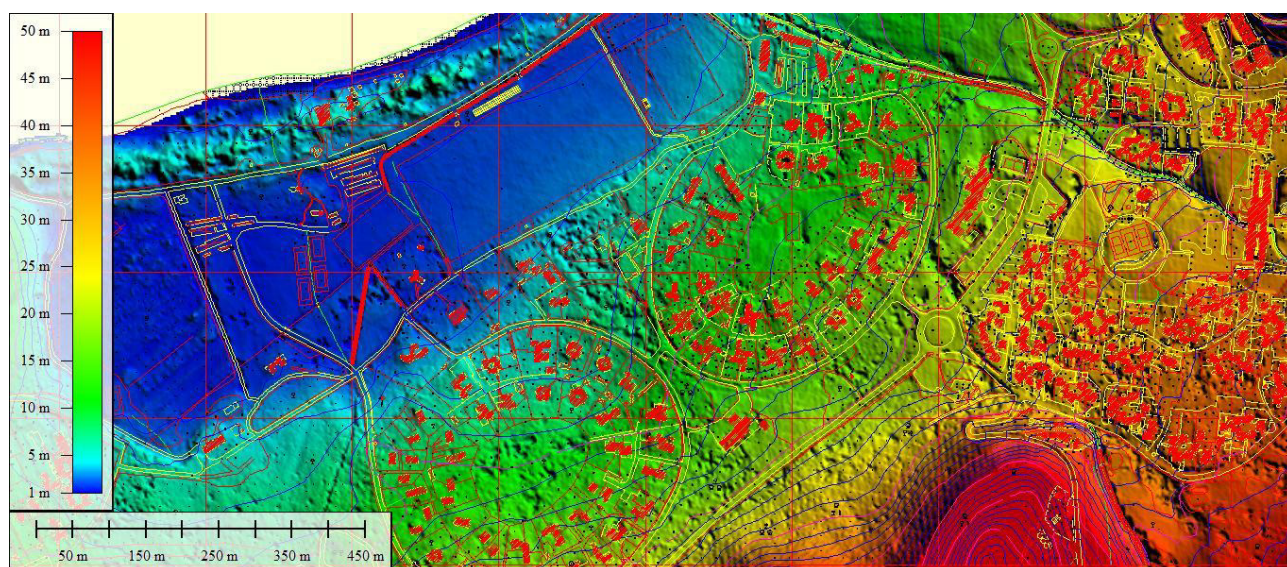


Figura 10 – Modello LIDAR dell'area a matrice 2x2 m

Ad integrazione degli elementi forniti dal rilievo Lidar si è provveduto al rilievo di alcune significative sezioni dell'asta e dei lotti che sono sostanzialmente serviti a validare le risultanze del modello digitale evidenziando inoltre alcune evidenze altimetriche che saranno successivamente commentate.

La campagna di rilievo è stata realizzata dal Geom. Massimo Ancillotti che ha effettuato le misurazioni in campo redigendo il relativo piano quotato..

Lo studio è stato quindi condotto utilizzando essenzialmente i dati forniti dalla topografia, analizzando la serie di dati idrologici significativi per l'area in esame (in riferimento al bacino imbrifero del corso d'acqua), effettuando una modellazione idraulica in regime di moto uniforme e permanente e valutandone la congruità con altri studi eventualmente già redatti. Si è infine valutata la compatibilità dei livelli idraulici ottenuti con l'altimetria dell'area oggetto dell'intervento.

IDRAULICA DEI CORSI PRINCIPALI

Lo studio dell'idraulica di comprensorio non può evidentemente prescindere dagli studi che, nel corso degli anni, sono stati redatti dal Prof. Pagliara nel comprensorio comunale. Si riportano di seguito l'elaborazioni a disposizione per il comprensorio in esame.

Fosso Moletta

Il Fosso della Molletta ha origine a est dell'abitato di Punta Ala, a monte di via Del Gualdo, dalla confluenza dei fossi Delle Padelle e Delle Streghe che raccolgono le acque degli impluvi occidentali del monte Le Bozze (304.8 m), di Poggio Dei Pastori (274.2 m) e di Poggio Dei Grasceti (312.2 m). A circa 550 dalla foce, raccoglie in sinistra idraulica le acque del Fosso Dell'Omo Morto che ha origine dai versanti occidentali e settentrionali del Poggio Peroni (346.4 m), di Poggio Sassi Bianchi (306.2 m) e di Poggio il Crino (190.0 m).

Il bacino idrografico del Fosso Della Molletta ha un'estensione di 4,16 Km², con una pendenza media del **14.7** %. Il Fosso Della Molletta ha un andamento prevalentemente rettilineo con direzione SE-NO con una pendenza media del 2.9 %, da quota 38 mslm alla foce dopo aver percorso circa 1300 m.

Caratterizzazione idrologica del bacino idrografico:

litologie affioranti:

1. 85% Arenarie quarzoso-feldspatiche, spesso turbiditiche, con intercalazioni di marne ed argilliti
2. 15% Depositi alluvionali recenti ed attuali
3. permeabilità: B-C, media permeabilità.

uso del suolo:

1. 55% Boschi di latifoglie
2. 25% Aree verdi urbanizzate
3. 20% insediamento urbano discontinuo con significativi spazi verdi

Curve Number: 68

n.b. tutti i valori di CN sono in condizione AMC=2.

Le curve di possibilità climatica sono state calcolate per diversi valori del tempo di ritorno; i risultati ottenuti sono

| Stazione pluviometrica | Tempo di ritorno (anni) | parametro a | n (t<1 ora) | n (t>1 ora) |
|---------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| Follonica | 500 | 95 | 0.53 | 0.25 |
| Tirli | 500 | 98 | 0.5 | 0.34 |
| Acquisti | 500 | 80 | 0.44 | 0.29 |
| | | | | |
| Follonica | 200 | 86 | 0.53 | 0.21 |
| Tirli | 200 | 90 | 0.5 | 0.281 |
| Acquisti | 200 | 71 | 0.44 | 0.29 |
| | | | | |
| Follonica | 100 | 79 | 0.52 | 0.22 |
| Tirli | 100 | 80 | 0.5 | 0.28 |
| Acquisti | 100 | 67 | 0.44 | 0.29 |
| | | | | |
| Follonica | 30 | 62 | 0.51 | 0.25 |
| Tirli | 30 | 64 | 0.49 | 0.33 |
| Acquisti | 30 | 55 | 0.44 | 0.29 |
| | | | | |
| Follonica | 20 | 59 | 0.51 | 0.25 |
| Tirli | 20 | 59 | 0.49 | 0.32 |
| Acquisti | 20 | 49 | 0.44 | 0.29 |

Figura 11 – Elaborazione alla Gumbel dei dati pluviometrici

in cui la **cpc** è espressa come:

$$h = a t^n$$

con t espresso in ore ed h in millimetri di pioggia.

Idrogramma di piena

L'idrogramma relativo ad un tempo di ritorno pari a 200 anni è riportato nella sottostante figura. Per Tr=20 anni la portata si riduce a circa 20 m³/s.

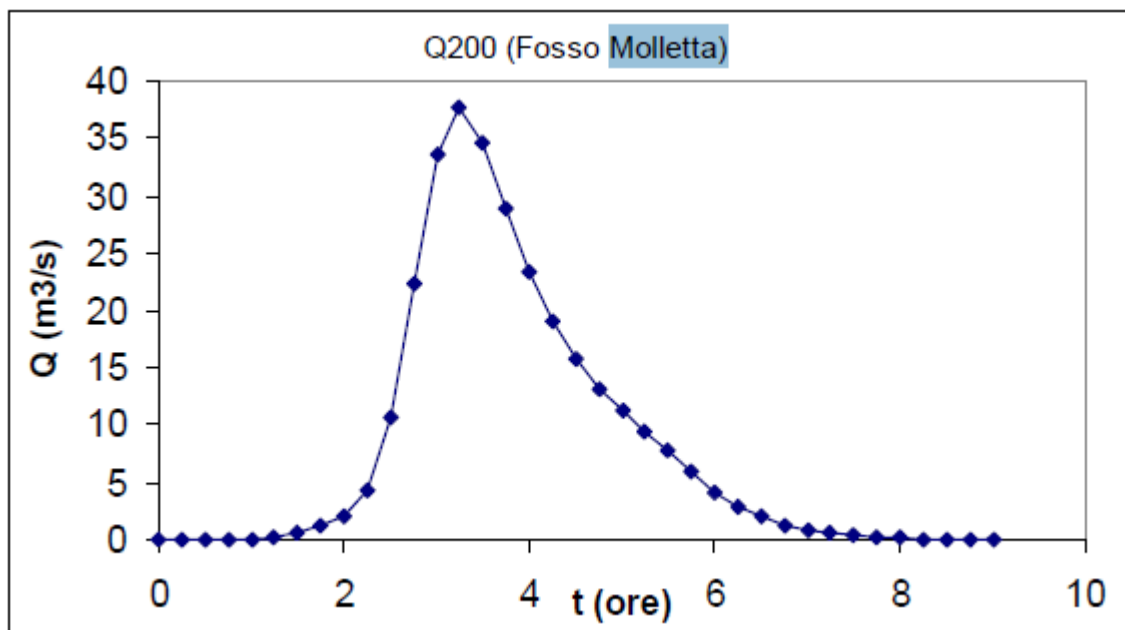


Figura 12 – Idrogramma Molletta per $Tr = 200$ anni

Lo studio base del 2003 redatto dal Prof. Pagliara è stato recentemente aggiornato considerando nell'idraulica del Fosso Molletta il contributo di alcuni corsi minori

Il particolare si sono considerati:

Il Fosso delle Sirene, bacino esteso 0.278 km^2 , con origine a Poggio Scoglietto (133.5 m.) ed è chiuso alla strada della dogana alla confluenza col Molletta. Il corso d'acqua non è riconoscibile nella parte collinare a causa dell'intensa attività edificatoria che caratterizza il bacino, ma comincia ad esserlo solo come fossa stradale sx della S.P. 61 a partire dalla rotatoria del Golf hotel. Una volta giunto in prossimità dell'incrocio con Via delle Sirene, esso sottopassa la strada con 2 Ø600 e prosegue quale fossa sinistra di questa via, fino allo sbocco nel Molletta.

L'ultimo tratto di 50 m. circa è tombato con un Ø800. Il tratto che lo vede invece come fossa ha una sezione trapezia con base 50 cm. e con scarpa delle sponde 1/1, rivestite per 50 cm. a partire dal fondo. La profondità non supera mai il metro, per scendere a 80÷90 cm. in Via delle Sirene.

Con questa ulteriore suddivisione dell'intero bacino del Fosso Molletta si sono ottenuti i seguenti sotto bacini:

| | |
|-----------|---------------------|
| Molletta | 2.895 |
| Sirene | 0.278 |
| Omo morto | 1.258 |
| Tartana | 1.893 |
| | <hr/> |
| | 6.324 km^2 |

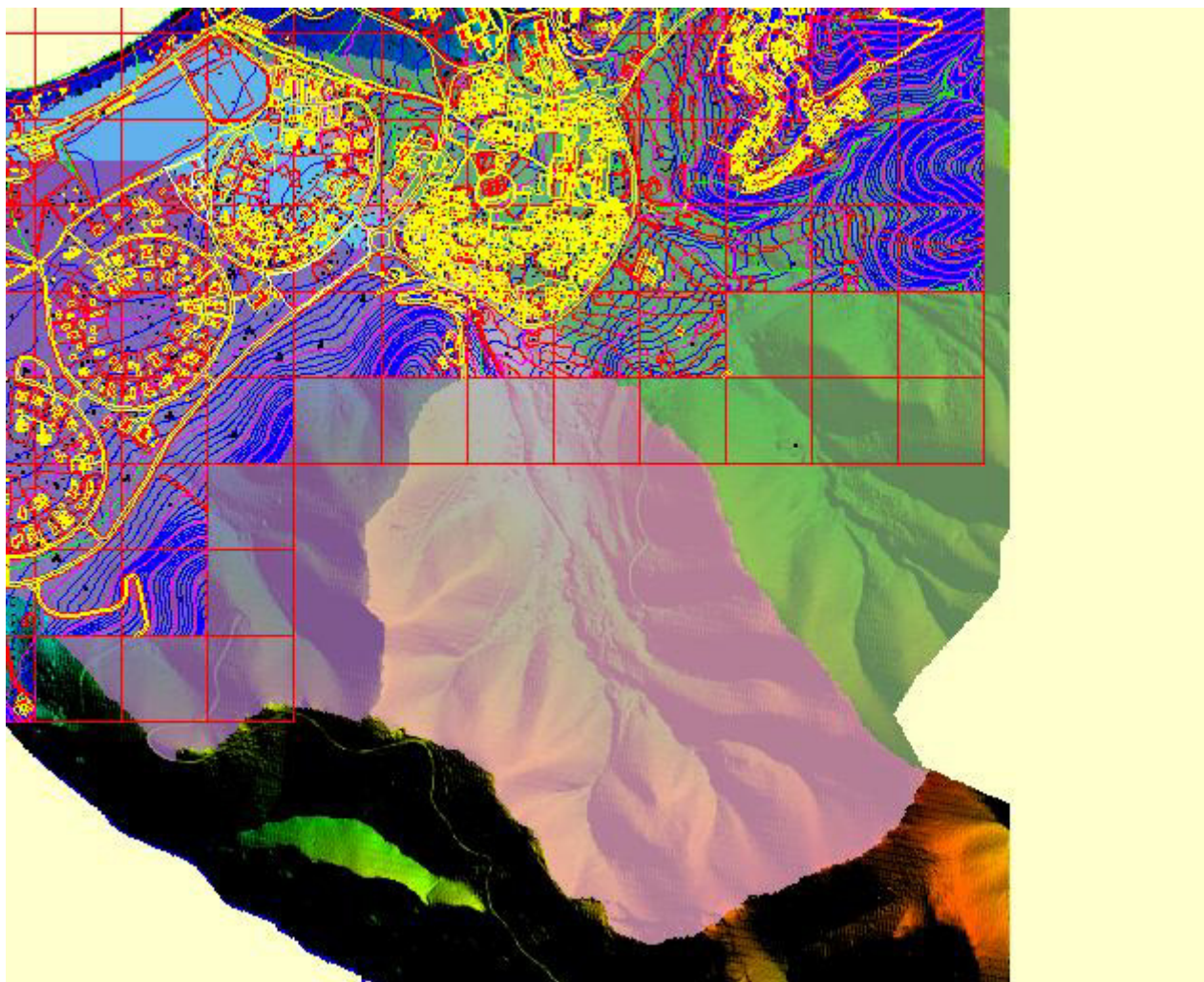


Figura 13 – Elaborazione e verifica dei bacini imbriferi afferenti al comprensorio

Di cui per promemoria, i primi due afferiscono direttamente al Molletta, il terzo anche ma a causa del tombamento in via del Gualdo esonda riversandosi parte nel Molletta e parte nel bacino del Tartana.

Interventi di medio e lungo periodo nell'area

Vista la natura dei luoghi la filosofia è stata quella di dividere le acque alte (sopra Via del Tennis) da quelle basse, dirigere le prime verso il Molletta a scolo naturale, mentre le seconde per sollevamento meccanico mediante 2 impianti idrovori. Uno di questi che conferisce nel Molletta e l'altro direttamente a mare.

Gli interventi prospettati sono i seguenti:

Fosso della Molletta

- ricalibrazione dell'alveo dal Gualdo al mare con eliminazione del tombamento finale e rifacimento degli attraversamenti in detto tratto.

Fosso dell'Omo Morto

- ricalibrazione dell'alveo da Via del Gualdo al Fosso Molletta,
- rifacimento del tombamento al di sotto di Via del Gualdo
- creazione della fossa stradale lungo Via del Gualdo a monte del tombamento fino a Via Aldebaran.
- Eliminazione del tombamento finale dietro all'ex hotel Alleluja e sostituzione con alveo a cielo aperto.

Fosso delle Sirene

- ricalibrazione dell'alveo tra la rotatoria del Golf hotel e lo sbocco nel Molletta,

Comparti tra il Viale del Porto e Via del Tennis

- creazione di un fosso di guardia lungo il Viale tra la chiesa e "il Fornino" che recapita ad un nuovo fosso passante tra "la Molletta" e "il Pozzino";
- creazione di un fosso di guardia al comparto "il Fornino" e costruzione di un canale che lo attraversa fino al Via del tennis;
- creazione di un canale di cinta per "il Renaione" con fosso che si collega al precedente;
- creazione di un fosso lungo Via del tennis che recapita tutte le acque sopra dette fino al

Molletta. In alternativa e più praticabile per le pendenze sembra essere un tracciato che passa da piazzale Riviera e scende verso Via del Tennis all'altezza del pozzo del Fiora.

Comparti tra Via del Tennis e Via della dogana (acque basse)

- ricalibratura e ridefinizione dei fossi attuali eliminando il tombamento al di sotto del campo di calcio con divisione delle acque da mandare parte sotto al Poggio del Barbieri e parte verso Via dell'equitazione;
- creazione di 2 impianti idrovori nei predetti punti, di cui quello sotto il Poggio del Barbieri che scarica in mare e l'altro nel Molletta.

MODELLAZIONE IDRAULICA

I profili idraulici dei corsi sono stati eseguiti dal Prof. Pagliara con l'ausilio del noto codice di Calcolo HEC RAS

LE VERIFICHE IDRAULICHE

In sintesi si sono valutate le altezze idrauliche dei corsi e, evidentemente con metodologia conservativa, si sono assunte tali quote come tirante idraulico nelle aree investigate.

Dallo studio di riferimento si è estrapolato il reticolo idraulico assunto a base delle calcolazioni:

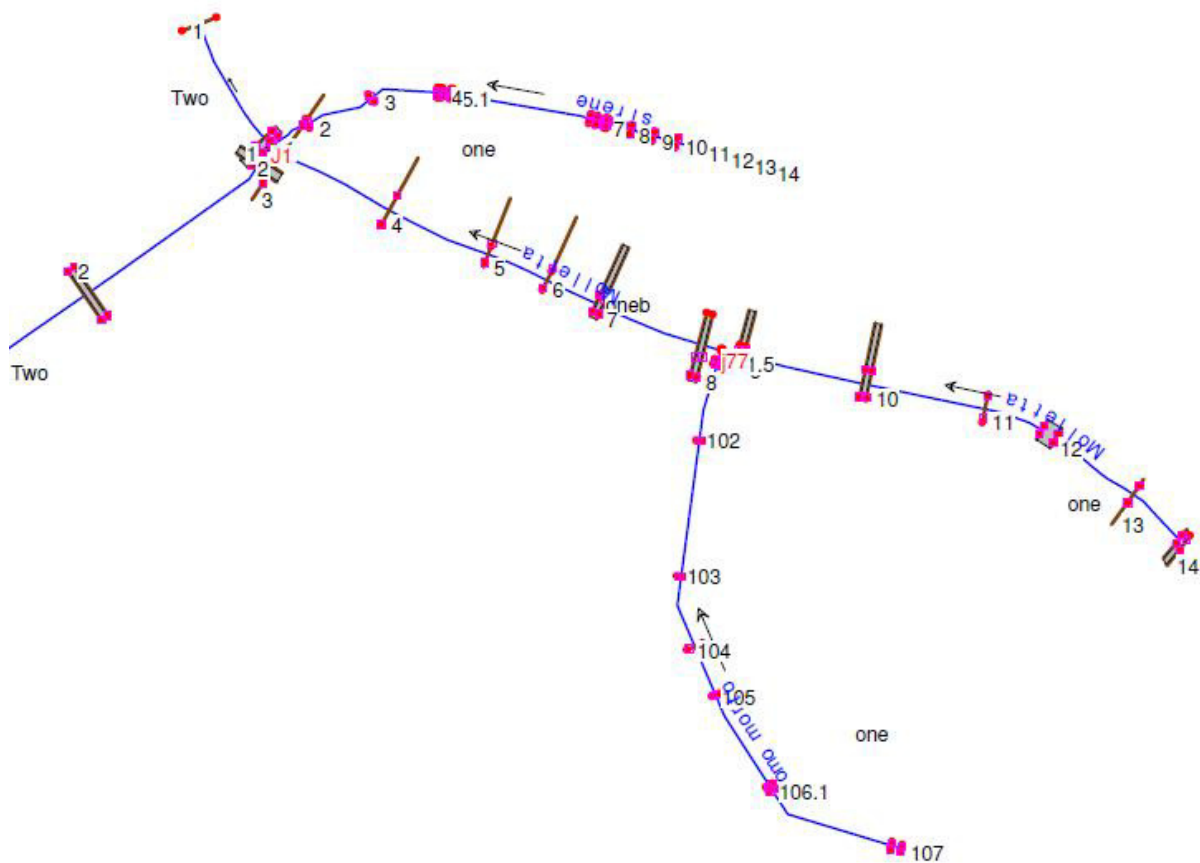


Figura 14 – Reticolo idraulico assunto nel modello HEC RAS

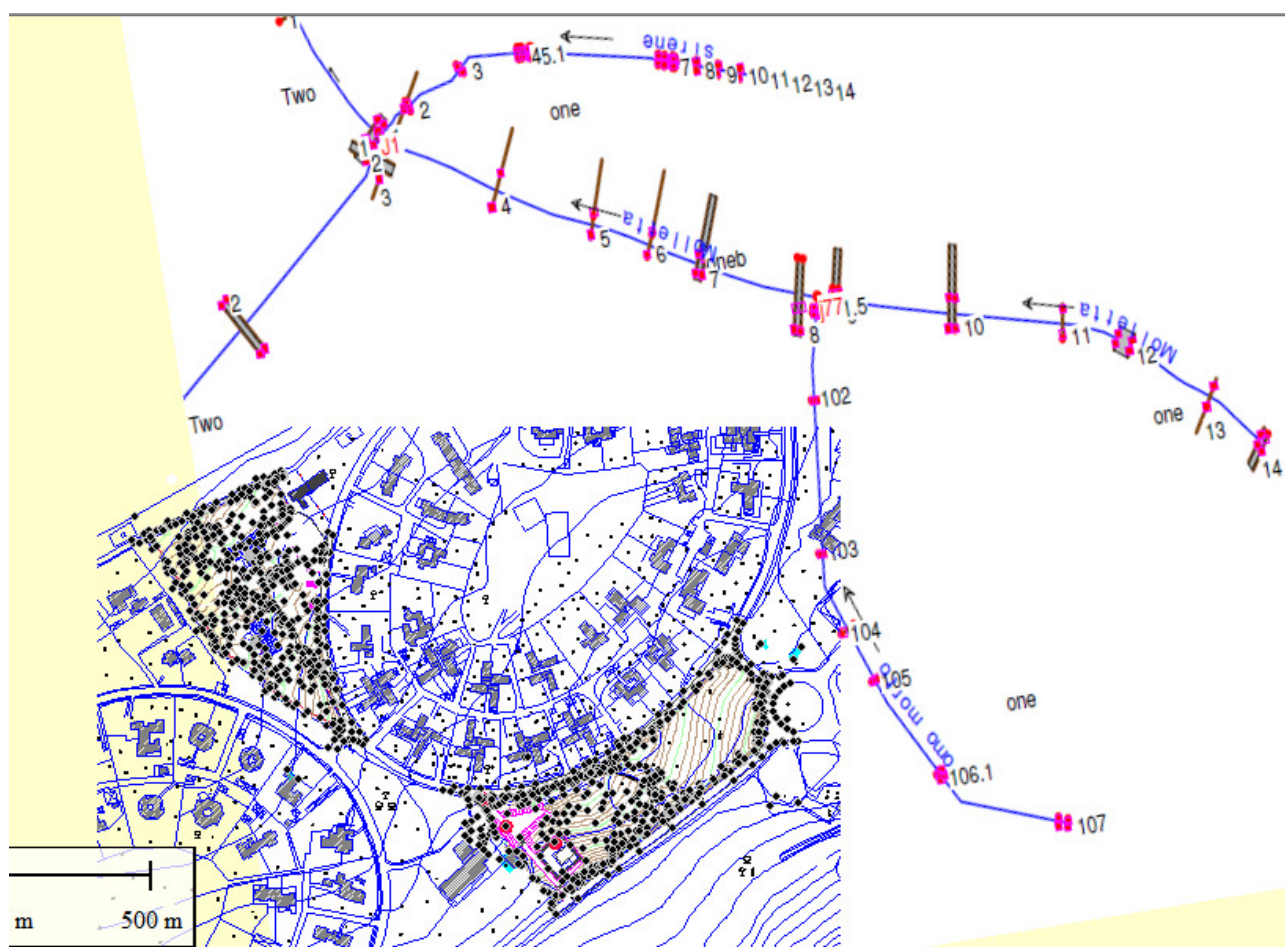


Figura 15 – Reticolo idraulico assunto georeferenziato all'area di intervento

Di seguito si riporta il profilo idraulico per il fosso Molletta

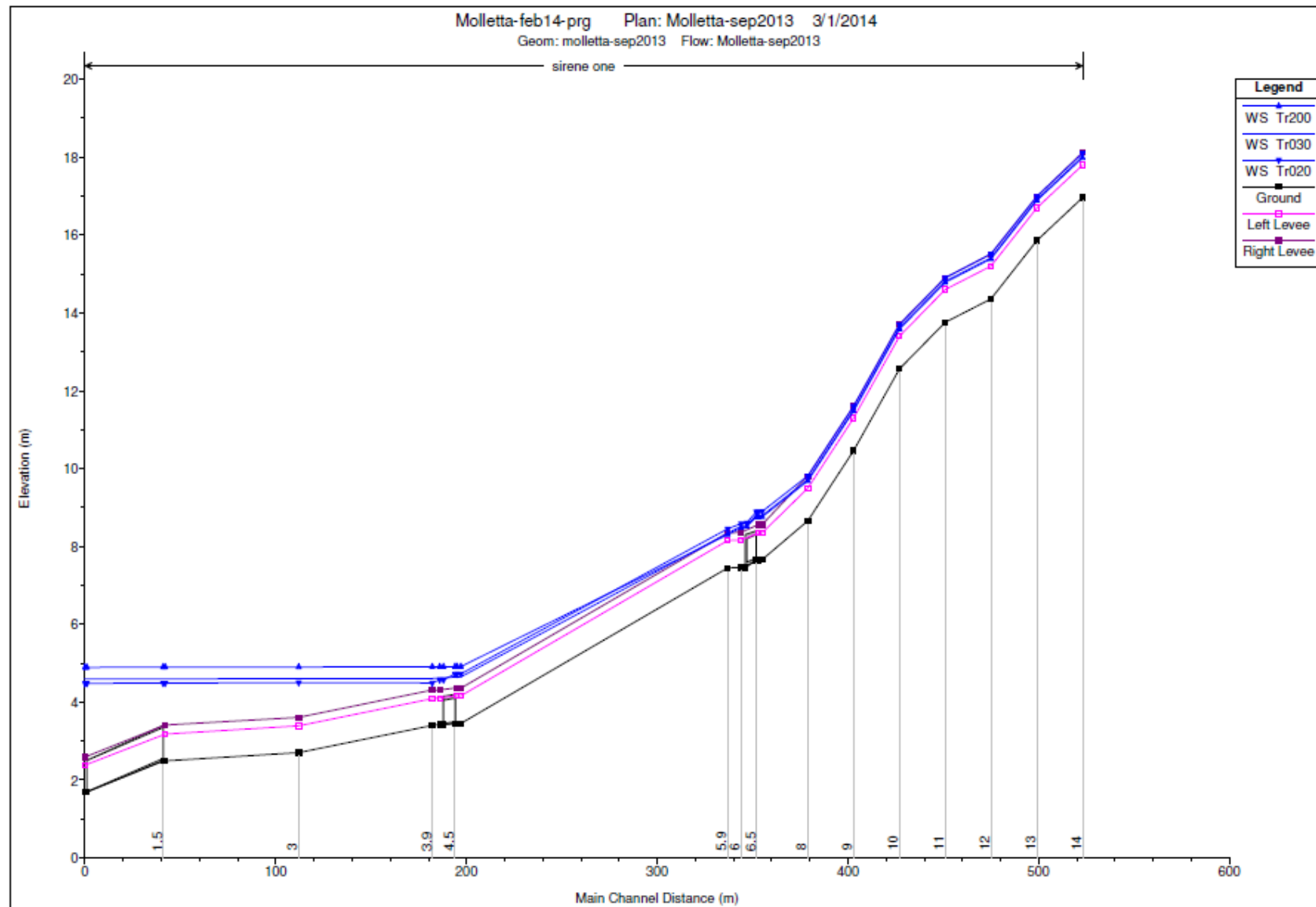


Figura 16 – Profilo idraulico MOLLETTA Hec Ras (Studio Pagliara 2014)

Tabella con riferimenti numerici ai profili idraulici (WS = Water Surface (Livello Liquido))

HEC-RAS Plan Mol-seg2013 River: atene Reach: one

| Reach | Flow Sta | Profile | Q Total (m³/s) | Min Ch El (m) | W.S. Elev (m) | Bot W.S. (m) | E.G. Elev (m) | E.G. Slope (m/m) | Vel Chel (m/s) | Flow Area (m²) | Top Width (m) | Froude # Ch |
|-------|----------|---------|-------------------|------------------|------------------|-----------------|------------------|---------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------|
| one | 14 | T000 | 4.10 | 16.92 | 18.03 | 18.03 | 18.17 | 0.010005 | 1.70 | 2.40 | 7.80 | 0.88 |
| one | 14 | T050 | 3.60 | 16.92 | 17.96 | 17.96 | 18.13 | 0.010000 | 1.65 | 2.17 | 7.48 | 0.88 |
| one | 14 | T100 | 5.70 | 16.92 | 18.10 | 18.10 | 18.27 | 0.010009 | 1.85 | 3.08 | 8.97 | 1.00 |
| one | 13 | T000 | 4.10 | 15.86 | 16.91 | 16.91 | 17.07 | 0.016118 | 1.74 | 2.36 | 7.80 | 1.01 |
| one | 13 | T050 | 3.60 | 15.86 | 16.89 | 16.89 | 17.03 | 0.015012 | 1.65 | 2.18 | 7.51 | 0.89 |
| one | 13 | T100 | 5.70 | 15.86 | 16.96 | 16.96 | 17.17 | 0.016140 | 1.89 | 3.01 | 8.85 | 1.04 |
| one | 12 | T000 | 4.10 | 14.36 | 15.40 | 15.40 | 15.57 | 0.010000 | 1.72 | 2.38 | 7.87 | 0.89 |
| one | 12 | T050 | 3.60 | 14.36 | 15.36 | 15.36 | 15.53 | 0.010015 | 1.67 | 2.15 | 7.47 | 0.89 |
| one | 12 | T100 | 5.70 | 14.36 | 15.51 | 15.51 | 15.67 | 0.010040 | 1.78 | 3.00 | 9.14 | 0.96 |
| one | 11 | T000 | 4.10 | 13.70 | 14.81 | 14.81 | 14.97 | 0.016162 | 1.74 | 2.32 | 7.81 | 1.01 |
| one | 11 | T050 | 3.60 | 13.70 | 14.78 | 14.78 | 14.93 | 0.016004 | 1.70 | 2.12 | 7.48 | 1.00 |
| one | 11 | T100 | 5.70 | 13.70 | 14.90 | 14.90 | 15.07 | 0.014711 | 1.80 | 3.11 | 9.01 | 0.89 |
| one | 10 | T000 | 4.10 | 12.54 | 13.62 | 13.62 | 13.77 | 0.010007 | 1.72 | 2.38 | 7.87 | 0.89 |
| one | 10 | T050 | 3.60 | 12.54 | 13.58 | 13.58 | 13.73 | 0.010013 | 1.67 | 2.15 | 7.47 | 0.89 |
| one | 10 | T100 | 5.70 | 12.54 | 13.70 | 13.70 | 13.87 | 0.010017 | 1.84 | 3.08 | 8.97 | 1.00 |
| one | 9 | T000 | 4.10 | 10.46 | 11.51 | 11.51 | 11.67 | 0.010173 | 1.74 | 2.38 | 7.81 | 1.01 |
| one | 9 | T050 | 3.60 | 10.46 | 11.48 | 11.48 | 11.63 | 0.010012 | 1.70 | 2.11 | 7.48 | 1.00 |
| one | 9 | T100 | 5.70 | 10.46 | 11.62 | 11.62 | 11.77 | 0.014700 | 1.80 | 3.11 | 9.01 | 0.89 |
| one | 8 | T000 | 4.10 | 8.62 | 9.72 | 9.72 | 9.87 | 0.010000 | 1.72 | 2.38 | 7.87 | 0.89 |
| one | 8 | T050 | 3.60 | 8.62 | 9.68 | 9.68 | 9.83 | 0.010015 | 1.67 | 2.15 | 7.47 | 0.89 |
| one | 8 | T100 | 5.70 | 8.62 | 9.81 | 9.81 | 9.97 | 0.010000 | 1.78 | 3.00 | 9.14 | 0.96 |
| one | 7.1 | T000 | 4.10 | 7.62 | 8.79 | 8.79 | 8.94 | 0.000710 | 1.81 | 4.06 | 10.00 | 0.51 |
| one | 7.1 | T050 | 3.60 | 7.62 | 8.76 | 8.76 | 8.90 | 0.000790 | 0.87 | 3.72 | 10.00 | 0.51 |
| one | 7.1 | T100 | 5.70 | 7.62 | 8.96 | 8.96 | 9.06 | 0.000860 | 1.11 | 5.10 | 10.00 | 0.50 |
| one | 7 | T000 | 4.10 | 7.62 | 8.79 | 8.79 | 8.93 | 0.000769 | 0.80 | 4.40 | 10.00 | 0.44 |
| one | 7 | T050 | 3.60 | 7.62 | 8.75 | 8.75 | 8.79 | 0.000762 | 0.88 | 4.08 | 10.00 | 0.44 |
| one | 7 | T100 | 5.70 | 7.62 | 8.89 | 8.89 | 8.95 | 0.000681 | 1.04 | 5.50 | 10.00 | 0.40 |
| one | 6.5 | | Calvert | | | | | | | | | |
| one | 6 | T000 | 4.10 | 7.46 | 8.52 | 8.41 | 8.58 | 0.004941 | 1.10 | 3.71 | 10.00 | 0.58 |
| one | 6 | T050 | 3.60 | 7.46 | 8.48 | 8.38 | 8.55 | 0.004544 | 1.08 | 3.30 | 10.00 | 0.60 |
| one | 6 | T100 | 5.70 | 7.46 | 8.58 | 8.47 | 8.68 | 0.005700 | 1.31 | 4.35 | 10.00 | 0.63 |
| one | 5.8 | T000 | 4.10 | 7.46 | 8.34 | 8.34 | 8.52 | 0.014884 | 1.89 | 3.17 | 5.86 | 0.89 |
| one | 5.8 | T050 | 3.60 | 7.46 | 8.30 | 8.30 | 8.47 | 0.010000 | 1.84 | 1.86 | 5.80 | 1.00 |
| one | 5.8 | T100 | 5.70 | 7.46 | 8.40 | 8.40 | 8.61 | 0.014000 | 1.75 | 3.26 | 10.00 | 0.89 |
| one | 5.1 | T000 | 4.10 | 3.45 | 4.62 | 4.40 | 4.68 | 0.001806 | 0.81 | 5.00 | 10.00 | 0.36 |
| one | 5.1 | T050 | 3.60 | 3.45 | 4.91 | 4.30 | 4.80 | 0.000060 | 0.47 | 7.72 | 10.00 | 0.17 |
| one | 5.1 | T100 | 5.70 | 3.45 | 4.72 | 4.40 | 4.77 | 0.000188 | 0.97 | 5.85 | 10.00 | 0.41 |
| one | 5 | T000 | 4.10 | 3.45 | 4.64 | 4.40 | 4.68 | 0.001807 | 0.81 | 5.07 | 10.00 | 0.36 |
| one | 5 | T050 | 3.60 | 3.45 | 4.91 | 4.30 | 4.80 | 0.000060 | 0.46 | 7.76 | 10.00 | 0.17 |
| one | 5 | T100 | 5.70 | 3.45 | 4.72 | 4.40 | 4.77 | 0.000244 | 0.97 | 5.85 | 10.00 | 0.41 |
| one | 4.5 | | Calvert | | | | | | | | | |
| one | 4 | T000 | 4.10 | 3.40 | 4.62 | 4.34 | 4.65 | 0.001461 | 0.70 | 5.41 | 10.00 | 0.30 |
| one | 4 | T050 | 3.60 | 3.40 | 4.91 | 4.24 | 4.80 | 0.000000 | 0.40 | 8.28 | 10.00 | 0.15 |
| one | 4 | T100 | 5.70 | 3.40 | 4.58 | 4.40 | 4.64 | 0.000094 | 1.15 | 4.97 | 10.00 | 0.52 |
| one | 3.9 | T000 | 4.10 | 3.40 | 4.60 | 4.38 | 4.64 | 0.000157 | 0.85 | 4.88 | 10.00 | 0.39 |
| one | 3.9 | T050 | 3.60 | 3.40 | 4.90 | 4.30 | 4.80 | 0.000000 | 0.40 | 7.81 | 10.00 | 0.17 |
| one | 3.9 | T100 | 5.70 | 3.40 | 4.46 | 4.40 | 4.61 | 0.000788 | 1.04 | 3.00 | 10.00 | 0.81 |
| one | 3 | T000 | 4.10 | 2.70 | 4.60 | 3.68 | 4.61 | 0.000105 | 0.35 | 11.76 | 10.00 | 0.10 |
| one | 3 | T050 | 3.60 | 2.70 | 4.90 | 3.64 | 4.91 | 0.000040 | 0.34 | 14.76 | 10.00 | 0.06 |
| one | 3 | T100 | 5.70 | 2.70 | 4.50 | 3.74 | 4.51 | 0.000000 | 0.53 | 10.77 | 10.00 | 0.16 |
| one | 2 | T000 | 4.10 | 2.68 | 4.60 | 3.41 | 4.60 | 0.000077 | 0.30 | 13.80 | 10.00 | 0.08 |
| one | 2 | T050 | 3.60 | 2.68 | 4.90 | 3.40 | 4.90 | 0.000000 | 0.31 | 16.87 | 10.00 | 0.05 |
| one | 2 | T100 | 5.70 | 2.68 | 4.40 | 3.54 | 4.50 | 0.000180 | 0.40 | 12.72 | 10.00 | 0.13 |
| one | 1.5 | | Calvert | | | | | | | | | |
| one | 1 | T000 | 4.10 | 1.60 | 4.58 | 2.67 | 4.58 | 0.000000 | 0.19 | 21.76 | 10.00 | 0.04 |
| one | 1 | T050 | 3.60 | 1.60 | 4.88 | 2.60 | 4.89 | 0.000010 | 0.15 | 24.79 | 10.00 | 0.03 |
| one | 1 | T100 | 5.70 | 1.60 | 4.48 | 2.72 | 4.49 | 0.000044 | 0.20 | 20.68 | 10.00 | 0.06 |

Figura 17 – Tabella MOLLETTA Hec Ras (Studio Pagliara 2014)

Si è assunto, cautelativamente, che le aree esaminate sotto il profilo dell'esondazioni possano raggiungere il livello di tirante idraulico competente ai profili. Si tratta evidentemente di un ipotesi di tipo conservativo inquanto ipotizza che l'area sottesa all'idrogramma di piena non sia discreto, ma grande a piacere.

Utilizzando un software idoneo si è pertanto modellata l'inondazione della piana eul modello Lidar valutando le vie percorribili dall'acqua ottenendo i risultati i risultati sotto riportati:

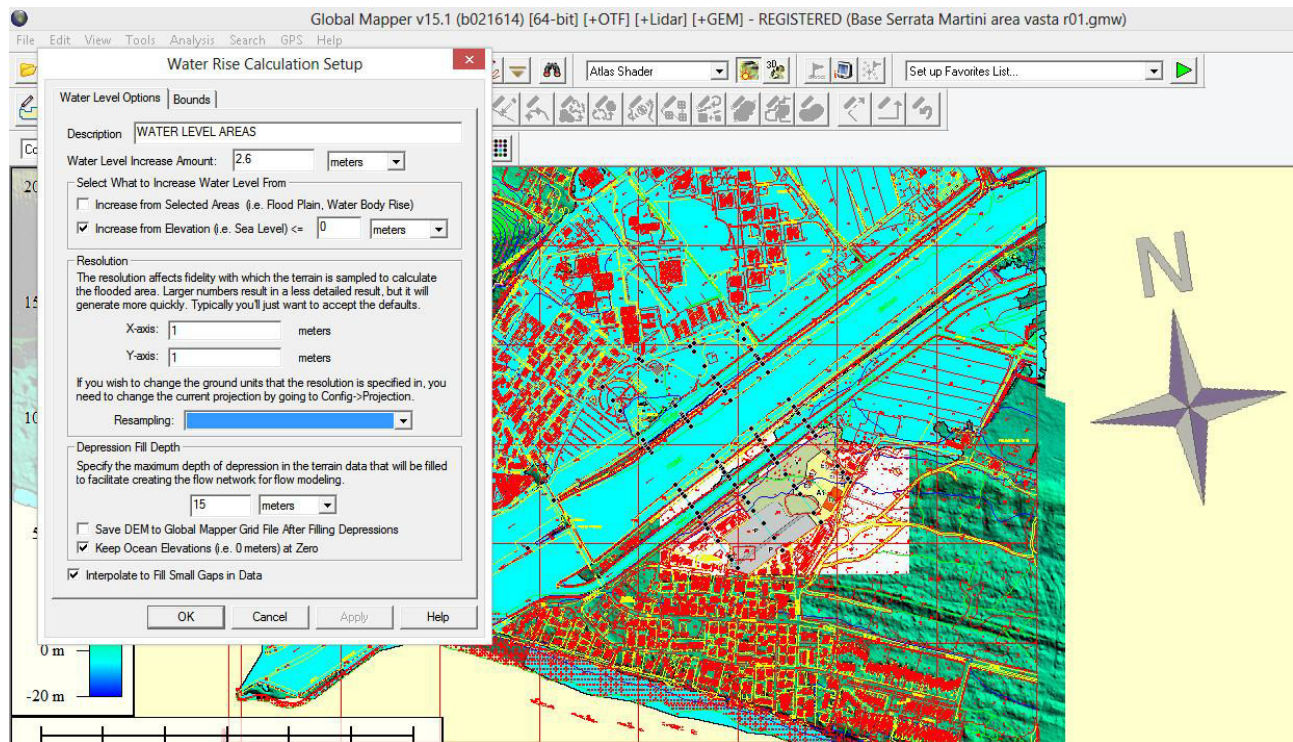


Figura 18 – Software utilizzato per modellazione numerica inondazione Tr 200 anni

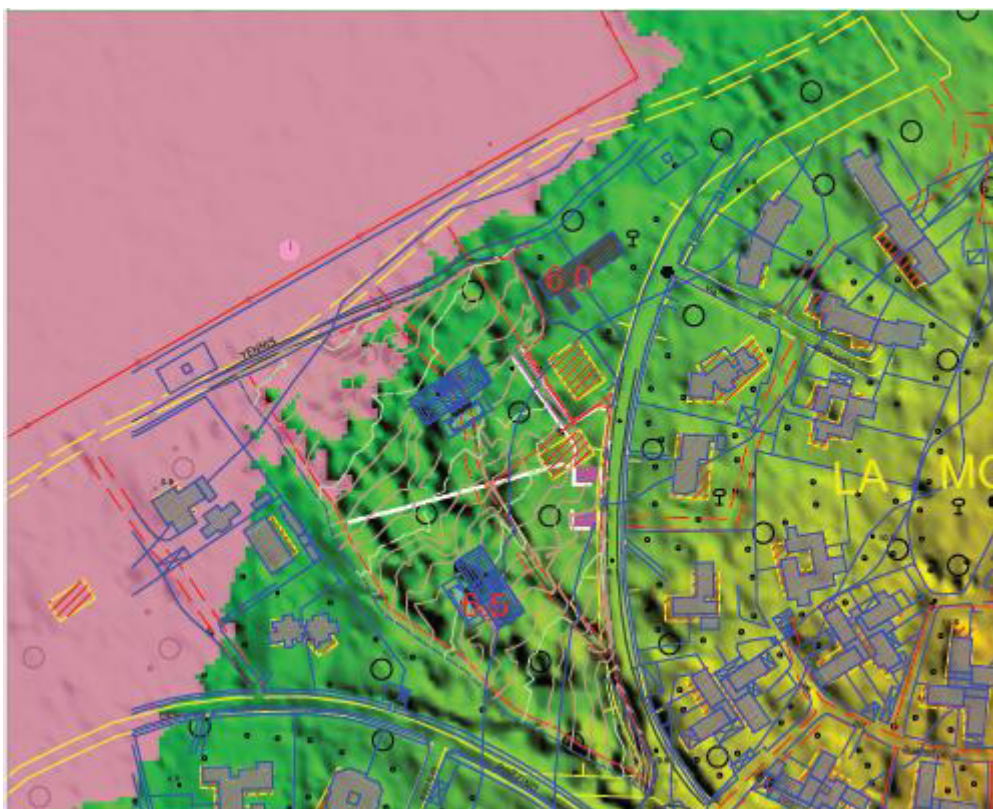


Figura 19 – Zona 1 inondazione Tr 30 anni

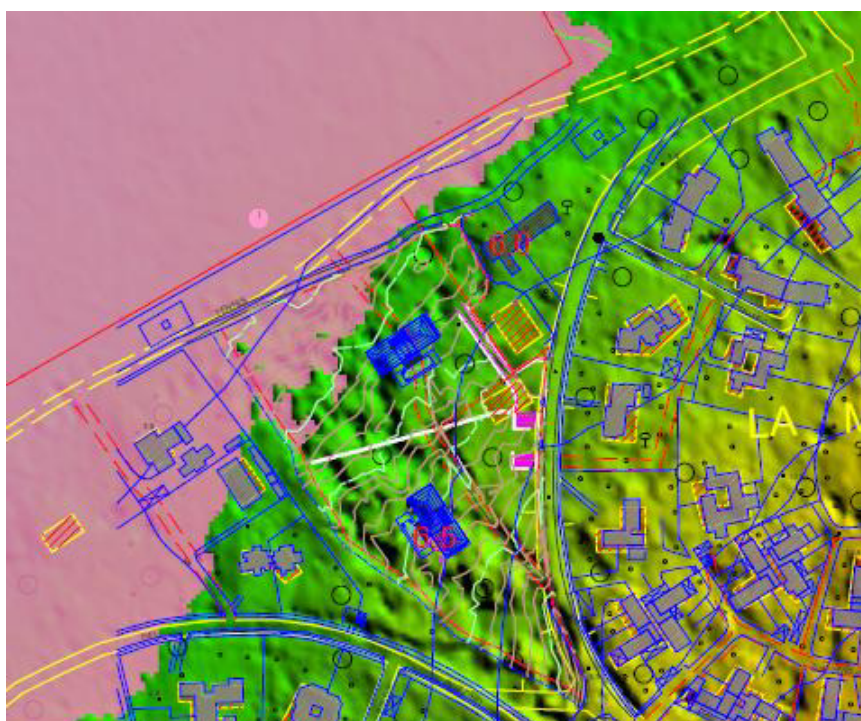


Figura 20 – Zona 1 inondazione Tr 200 anni

Per quanto attiene al comparto 2 la sovrapposizione evidenzia l'assenza di interventi nelle aree PIE e PIME

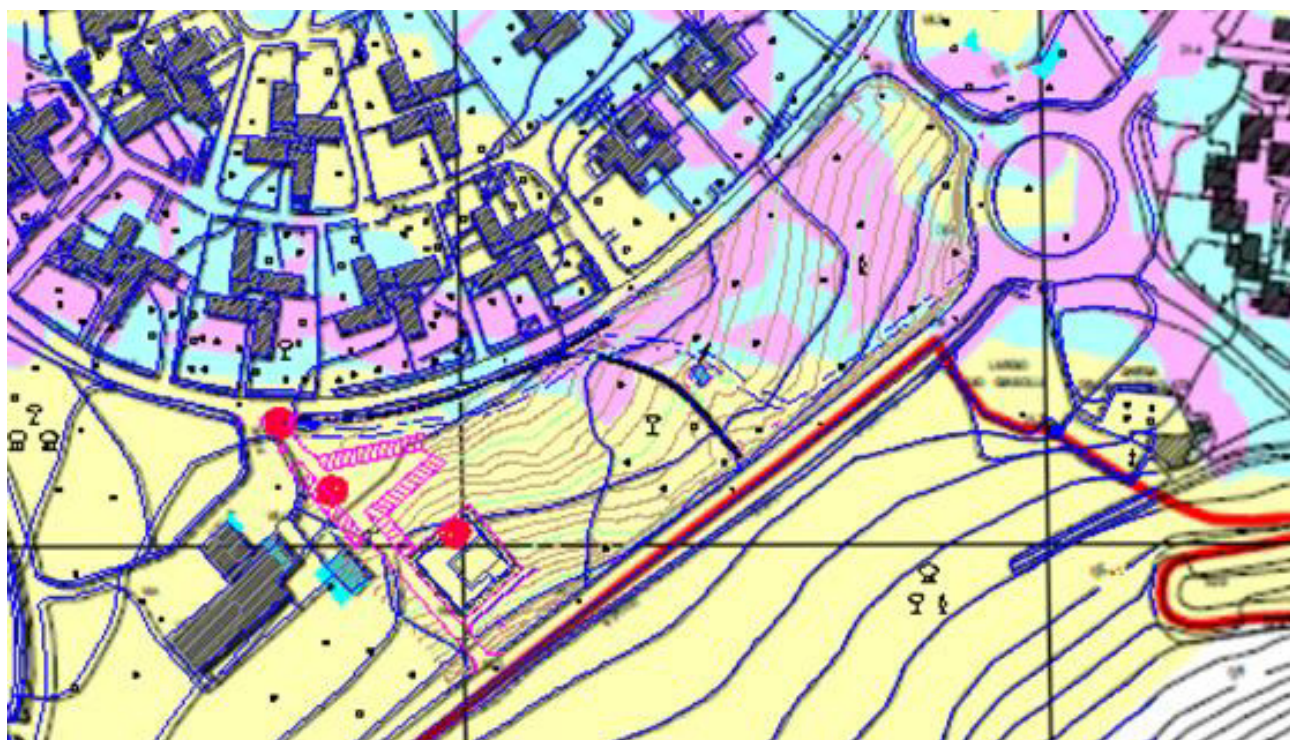


Figura 21 – Indicazione di PAI

CONCLUSIONI

E' stata condotta una modellazione idraulica al fine di valutare la sicurezza idraulica dell'area di intervento. Si è valutato un evento pluviometrico caratterizzato da un tempo di ritorno **Tr=200 anni** defluente nella cautelativa ipotesi che tutta la portata di massima piena transiti nelle sezioni di riferimento (senza cioè considerare che si manifestino fenomeni di scolmamento a monte), analogamente è stato eseguita una valutazione per evento **Tr=30 anni**

Si è effettuato un rilievo topografico di dettaglio per verificare la corrispondenza tra il modello numerico LIDAR e la realtà fisica del sito di intervento.

Un dato che emerge dall'analisi dei risultati è il sostanziale "appiattimento" delle altezze idrauliche in funzione dei prefissati tempi di ritorno. Le differenze altimetriche non sono significative per l'evidente ruolo giocato dalle numerose e significative singolarità lungo il tracciato idraulico. La presenza di numerosi ostacoli al deflusso determinano situazioni critiche in molti punti anche per piogge caratterizzate da tempi di ritorno moderato. Operativamente il tutto si traduce nell'osservazione che i piani di inondazione non risultano significativamente diversi per tempo di ritorno $Tr=30$ e $Tr=200$

Il conclusione il modello numerico di inondazione evidenzia come i siti in oggetto, interessati dagli interventi edilizi, risultino non essere interessati da acque defluenti in seguito al raggiungimento di quote prefissate di profilo idraulico come evidenziato negli elaborati grafici. Risulta a rischio inondazione

esclusivamente la porzione marginali dei lotti per i quali non è infatti previsto alcun intervento di natura edilizia.

L'area, oggetto del pianificato intervento edilizio, non risulta pertanto soggetta a rischio idraulico per eventi pluviometrici caratterizzati da tempo di ritorno pari a 200 anni e non risultano pertanto necessari alcun interventi di messa in sicurezza idraulica in quanto, nella sua attuale configurazione, il sito non è soggetto a pericolo di inondazione o ristagno idraulici.

